

Université Paris-Panthéon-Assas
École doctorale de droit privé

Thèse de doctorat en droit
soutenue le 2 décembre 2022

LES SMART CONTRACTS
ÉTUDE DE DROIT DES CONTRATS
À L'AUNE DE LA BLOCKCHAIN



Claire LEVENEUR

Directrice de thèse :

Madame Cécile PÉRÈS

Professeur à l'Université Paris-Panthéon-Assas

Membres du jury :

Monsieur François CHÉNEDÉ

Professeur à l'Université Lyon III, rapporteur

Monsieur Thibault DOUVILLE

Professeur à l'Université de Caen Normandie, rapporteur

Monsieur Thomas GENICON

Professeur à l'Université Paris-Panthéon-Assas

Monsieur Emmanuel NETTER

Professeur à l'Université d'Avignon

La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

Remerciements

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à Madame le Professeur Cécile Pérès, dont la direction exigeante et patiente a permis de guider ce travail de recherche et d'écriture. Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance pour le temps qu'elle m'a consacré et pour ses conseils avisés.

Mes remerciements vont ensuite à tous ceux qui ont rendu ce quotidien du doctorat moins solitaire, occupant joyeusement les lieux que j'ai fréquentés pendant ces années de recherche et de rédaction de la thèse, qu'il s'agisse du laboratoire de droit civil, de la salle Viollet, ou encore de l'IRDAP à Bordeaux. Je les remercie pour leur écoute, leur gentillesse et leur soutien tout au long de la thèse.

Merci encore à Coralie, Guillaume, Marie et Oriane, et tout particulièrement à Rebecca, pour le temps passé à me relire, à discuter et à faire grandir la réflexion dans cette thèse.

Je souhaite également remercier du fond du cœur ma famille, pour le soutien inconditionnel apporté tout au long de ces cinq années, ainsi que mes amis fidèles.

Enfin, merci à Paul, pour sa confiance inébranlable, pour sa présence joyeuse et réconfortante, pour son soutien incomparable, et pour avoir su m'apporter un équilibre si précieux.

PRINCIPALES ABREVIATIONS

* Les mots ou expressions renvoyant à des termes techniques sont précédés d'un astérisque, lorsqu'ils sont employés pour la première fois. Ils sont définis dans le lexique figurant en Annexe 4.

ACPR	Autorité de contrôle prudentiel et de résolution
AFNOR	Association française de normalisation
<i>AJ Contrat</i>	Actualité Juridique Contrat
al.	alinéa
AMF	Autorité des marchés financiers
art.	article
Ass. H. Capitant	Association Henri Capitant des amis de la culture juridique française
Ass. plén.	Assemblée plénière de la Cour de cassation
Bull.	Bulletin des arrêts des chambres civiles de la Cour de cassation
CCC	Contrats Concurrence Consommation
CCE	Communication Commerce électronique
civ. (1 ^e , 2 ^e ou 3 ^e)	Première, deuxième ou troisième chambre civile de la Cour de cassation
coll.	collection
com.	Chambre commerciale de la Cour de cassation
<i>contra</i>	en sens contraire
CNIL	Commission nationale de l'informatique et des libertés
CNRTL	Centre national de ressources textuelles et lexicales
<i>D.</i>	Recueil Dalloz
<i>D. IP/IT</i>	Recueil Dalloz propriété intellectuelle et technologies de l'information
dactyl.	dactylographiée
DEEP	Dispositif d'enregistrement électronique partagé
DeFi	<i>Decentralized Finance</i> ou Finance décentralisée
dir.	sous la direction de
DLT	<i>Distributed Ledger Technology</i>
<i>Droits</i>	Droits - Revue française de théorie juridique
éd.	édition
EDI	Echange de données informatisé
Fasc.	Fascicule
GAJC	Grands arrêts de la jurisprudence civile
<i>Gaz. Pal.</i>	Gazette du Palais
<i>ibid.</i>	<i>ibidem</i> (au même endroit : même auteur et même ouvrage que la référence précédente)
ICO	<i>Initial Coin Offering</i>

<i>id.</i>	<i>Idem</i> (même auteur, même ouvrage et même page ou numéro que la référence précédente)
<i>in</i>	dans
<i>JCl.</i>	JurisClasseur (encyclopédie)
JCP E	JurisClasseur périodique (Semaine juridique), édition entreprise
JCP G	JurisClasseur périodique, édition générale
JCP N	JurisClasseur périodique, édition notariale et immobilière
JCP S	JurisClasseur périodique social
JO ou JORF	Journal officiel de la République française
LCEN	Loi pour la confiance dans l'économie numérique du 21 juin 2004
MiCa	Projet de règlement européen sur les marchés de crypto-actifs (« <i>Markets in Crypto-Assets</i> »)
n° / n ^{os}	numéro(s)
NFT	<i>Non Fungible Token</i>
not.	notamment
<i>op. cit.</i>	<i>opus citatum</i> (ouvrage cité)
p.	page(s)
PACTE (loi)	loi du 22 mai 2019 relative à la croissance et la transformation des entreprises, dite loi PACTE (Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises)
PSAN	Prestataire de services sur actifs numériques
PUF	Presses universitaires de France
PUAM	Presses universitaires d'Aix-Marseille
<i>RCA</i>	Revue Responsabilité civile et assurance
<i>RDBF</i>	Revue de droit bancaire et financier
<i>RIDC</i>	Revue internationale de droit comparé
<i>RJC</i>	Revue de jurisprudence commerciale
<i>RLDA</i>	Revue Lamy droit des affaires
<i>RLDC</i>	Revue Lamy droit des contrats
<i>RLDI</i>	Revue Lamy droit de l'immatériel
<i>RPPI</i>	Revue pratique de la prospective et de l'innovation
<i>RTD civ.</i>	Revue trimestrielle de droit civil
<i>RTD com.</i>	Revue trimestrielle de droit commercial
<i>RTDF</i>	Revue trimestrielle de droit financier
s.	et suivants
SEC	<i>Securities Exchange Commission</i> (Etats-Unis)
soc.	Chambre sociale de la Cour de cassation
th.	thèse
UETA	Uniform Electronic Transactions Act (Etats-Unis)
v.	voir
V°	<i>verbo</i> (mot)
vol.	volume

SOMMAIRE

Une table détaillée figure à la fin de l'ouvrage

Première Partie – L'analyse des smart contracts

Titre Préliminaire – L'environnement technologique des smart contracts

Chapitre 1 – La présentation des technologies étudiées : la blockchain et les smart contracts

Chapitre 2 – Le contexte techno-contractuel contemporain, favorable au développement des smart contracts

Titre I – La possibilité d'un recours contractuel aux smart contracts

Chapitre 1 – Les obstacles relatifs aux caractéristiques de la blockchain

Chapitre 2 – Les obstacles relatifs à l'utilisation du code informatique

Titre II – La nature juridique des smart contracts

Chapitre 1 – L'identification des smart contracts

Chapitre 2 – La qualification des smart contracts

Seconde Partie – Les règles applicables aux smart contracts

Titre 1 – La formation du contrat informatisable

Chapitre 1 – L'existence du contrat informatisable

Chapitre 2 – La validité du contrat informatisable

Titre 2 – L'exécution du contrat par un smart contract

Chapitre 1 – L'obligation d'exécuter le contrat

Chapitre 2 – L'inexécution du contrat

Introduction

1. De l'eau bénite aux polices d'assurance : une brève histoire du distributeur automatique. L'histoire du distributeur automatique remonterait à la fin de l'Égypte antique. Selon un mythe, un auteur ingénieur aurait relaté l'existence d'un automate distribuant de l'eau sacrée dans des temples égyptiens, grâce à l'insertion d'une pièce de cinq drachmes¹. À une époque plus récente, ce sont des distributeurs de tabac que l'on a pu trouver dans l'Angleterre du XVII^e siècle² ou encore un distributeur de livres interdits, mis au point au XIX^e siècle par un libraire britannique, Richard Carlile, pour échapper à la censure³. Les premiers distributeurs automatiques commerciaux remontent à la fin du XIX^e siècle et leur développement connaît une expansion considérable durant les deux dernières décennies du XX^e siècle. La demande entraîne une diversification des produits proposés dès le milieu du XX^e siècle, qu'il s'agisse de produits de première nécessité ou liés à l'activité pratiquée (par exemple dans les piscines, des articles de natation), des tickets et billets, et même, dans des automates plus sophistiqués, des produits d'assurance aux portes d'embarquement dans les aéroports⁴ ! Démultipliés et très

¹ On trouve souvent dans les écrits en ligne ou de doctrine que cet automate distributeur d'eau bénite serait mentionné dans les écrits d'un certain Héron d'Alexandrie et remonterait environ à 215 av. JC. Toutefois, il apparaît, selon Jean Sablière, qu'Héron d'Alexandrie était connu pour des automates bien plus ingénieux : cet ingénieur a présenté dans ses écrits et mis en place de véritables théâtres d'automates hydrauliques et pneumatiques, au 1^{er} siècle de notre ère (v. J. SABLIERE, *De l'automate à l'automatisation. Textes de Heron d'Alexandrie, François-Joseph Camus, Jacques de Vaucanson, Salomon de Caus, Joseph Engramelle, Joseph Farcot, Willam Ross Ashby, présentés par Jean Sablière, Gauthier Villars éditeur, 1966, p. 18 s.*). Une indication de Jean Sablière semble devoir ôter à Héron d'Alexandrie la paternité de ce distributeur d'eau bénite : « Quant à la fameuse « fontaine » dite de Héron, que Jean-Jacques Rousseau évoque au premier livre de ses *Confessions*, (...) cette fontaine ne se trouve décrite dans aucun de ses ouvrages connus. Il est vrai qu'on ne prête qu'aux riches ! » (*ibid.*, p. 23). En revanche, Jean Sablière dresse au début de son ouvrage une table chronologique des « Jalons des progrès de l'invention ». La première entrée la suivante : vers 250 avant notre ère, « le levier, la vis, la came, le ressort, la poulie, la roue dentée... décrits et utilisés par : Archimède 287-212 av. JC » (*ibid.*, p. 2). La description que l'on trouve fréquemment du mythique distributeur d'eau bénite correspond tout à fait à ces inventions. V., pour une rapide histoire des premiers distributeurs automatiques, M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *Georgetown Law Tech Review*, vol. 1, n° 2, 2017, p. 315.

² Ces distributeurs de tabac seraient apparus dans les tavernes à partir de 1615 (E. WALD, « Build a Better Vending Machine... and, Well, the Rest is History », *Washington Post*, 3 juin 1979 (en ligne : <https://www.washingtonpost.com/archive/lifestyle/1979/06/03/build-a-better-vending-machine-and-well-the-rest-is-history/f08fe6f4-0ab0-4503-8b68-129521e91c9d/>).

³ M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 315 ; E. WALD, « Build a Better Vending Machine... and, Well, the Rest is History », *op. cit.*

⁴ J. G. ROHR, « Smart Contracts and Traditional Contract Law, or: The Law of the Vending Machine », *Cleveland State Law Review*, vol. 67, n° 1, 2019, p. 79-82 : « For several decades during the early years of the commercial air travel, insurance companies offered flight insurance to travelers wishing to secure life insurance for the possibility of a plane crash or other accident. These policies became so popular that the insurance companies eventually began to offer them

diversifiés, les distributeurs restent toutefois cantonnés au monde physique en délivrant des biens matériels ou des titres de transport, voire des documents contractuels. L'intérêt de ces distributeurs mécaniques est limité d'un point de vue juridique et matériel, bien que leur utilité pratique ne soit plus à démontrer. Certains songent alors à franchir un pas supplémentaire pour réussir à importer ce mécanisme automatique dans le monde numérique, c'est-à-dire à l'aide d'un programme informatique.

2. Les smart contracts, des automates du monde numérique. Et si l'on pouvait automatiser l'exécution d'un contrat grâce à l'informatique ? On se plaît à imaginer un programme informatique permettant d'automatiser l'exécution d'une police d'assurance en cas de survenance du risque assuré, un paiement de droits d'auteur pour toute utilisation d'une œuvre protégée, le versement de dividendes aux actionnaires une fois le vote de la société effectué en ce sens, l'exécution d'un contrat financier complexe aux nombreuses variables, le versement d'un loyer dans un bail commercial, la mise en œuvre d'une clause pénale... L'automatisation chasserait alors tous les aléas liés à l'intervention humaine. Rêve selon les uns, cauchemar selon les autres⁵, telle est la vision développée par Nick Szabo, juriste et informaticien, dans les années 1990 aux Etats-Unis⁶. Il propose de développer des *« smart contracts », qu'il définit comme « un protocole de transaction informatisé qui exécute les termes d'un contrat »⁷. Les smart contracts peuvent être vus comme la version numérique⁸ du distributeur automatique classique⁹.

through vending machines placed next to the boarding gates in airports around the country » (Nous traduisons : Pendant plusieurs décennies, dans les débuts du transport aérien commercial, les compagnies d'assurance ont proposé une assurance aux voyageurs aériens souhaitant souscrire une assurance vie pour parer à l'éventualité d'un crash d'avion ou tout autre accident. Ces polices sont devenues si populaires que les compagnies d'assurance ont fini par les proposer dans des distributeurs automatiques placés à côté des portes d'embarquement dans les aéroports du pays).

⁵ V. J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *Revue des juristes de Sciences Po*, n° 17, juin 2019, p. 75, selon laquelle « un contrat dont la formation serait standardisée, et l'exécution automatisée » serait alors « un contrat désincarné ».

⁶ Nick Szabo est avant tout un informaticien et cryptographe, mais aussi un juriste (il a le grade de *JurisDoctor*, équivalent du Master 2 européen). Il a écrit plusieurs articles dans les années 1990 sur ce qu'il nomme « les smart contracts », dès 1994 : N. SZABO, « Smart Contracts », 1994 (en ligne : <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>). V. également, *infra*, §93.

⁷ Extrait original : « a smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract » (N. SZABO, « Smart Contracts », 1994 (en ligne : <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>)).

⁸ On peut dire que le distributeur automatique classique est *analogique*, cet adjectif renvoyant au « support physique pouvant prendre des valeurs continues », par opposition au smart contract sur support *numérique* uniquement. En effet, l'adjectif *numérique* utilisé au sens technique, « se dit de la représentation de données, de grandeurs physiques au moyen de caractères tels que des chiffres (opposé à *analogique*) » (A. REY et J. REY-DEBOVE (dir.), *Le petit Robert : dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Nouvelle éd. du « Petit Robert » de Paul Robert, le Robert, 2015, V° « analogique » et « numérique »).

⁹ V. en ce sens, N. SZABO, « Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets », 1996 (en ligne : <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best>).

L'expression désigne alors la manière astucieuse d'assurer une bonne exécution d'un contrat et d'en respecter les prévisions, tout en minimisant les coûts et le recours à des intermédiaires. Dès sa genèse, l'expression de « *smart contracts* » présente une certaine ambiguïté, laissant à penser qu'il pourrait s'agir de véritables contrats intelligents, alors qu'ils ont été conçus d'abord comme un instrument d'exécution d'un contrat répondant strictement à des commandes informatiques. En effet, ***les smart contracts sont avant tout des programmes informatiques auto-exécutants*** : telle est la définition que l'on peut retenir de cet outil.

L'innovation reste toutefois dans l'ombre, jusqu'au développement des **blockchains* au début des années 2010¹⁰.

3. L'essor du recours aux smart contracts grâce à l'avènement des blockchains.

C'est plus particulièrement la *blockchain* Ethereum qui la première permet de faire fonctionner des programmes informatiques complexes, automatiquement et sans modification possible une fois lancés. Le cadre sécurisé et permettant une exécution irrésistible est très propice au **déploiement* de smart contracts. Progressivement, d'autres *blockchains* pouvant également faire fonctionner ces programmes informatiques auto-exécutants sont développées et l'expression « *smart contracts* » est adoptée et généralisée. La combinaison de ces deux innovations, la *blockchain* et les *smart contracts*, assure une efficacité inégalée aux **« transactions »*¹¹, c'est-à-dire aux opérations effectuées sur une *blockchain*. En effet, les *smart contracts* exécutent automatiquement les actions définies à l'avance, lorsque les conditions prédéterminées sont remplies.

L'outil est alors utilisé pour d'innombrables opérations et son lien initial avec les contrats, tel que pensé par Nick Szabo, est vite oublié. Les *smart contracts* sont laissés aux mains de développeurs informatiques experts, qui les utilisent comme les rouages d'une machine en les programmant pour répondre aux besoins naissants des utilisateurs des *blockchains*. Se développent en effet de multiples cas d'usage des *blockchains* fonctionnant à l'aide de *smart contracts* plus ou moins complexes. Pour comprendre cet engouement, il faut expliquer en quoi consiste une blockchain.

vwh.net/smart_contracts_2.html) ; K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *Duke Law Journal*, vol. 67, 18 mars 2017, p. 323-324 ; M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 306.

¹⁰ Sur la mise en place de la première blockchain, v. *infra*, §53.

¹¹ Le mot est utilisé dans le sens commun du terme, ou plus exactement, dans le sens commercial, et désigne une « opération commerciale ou boursière » selon le dictionnaire Larousse. Le mot a également une acception en informatique : selon ce même dictionnaire, une transaction est alors une « opération élémentaire de saisie ou de consultation d'une information ». Les opérations menées sur une blockchain sont communément appelées « transactions » (V. *infra*, Annexe 4 - Lexique). Le terme sera conservé et utilisé dans ce sens dans la suite de l'étude.

§ Préliminaire : premières vues sur la blockchain et le rôle sous-jacent des smart contracts

4. Présentation élémentaire de la *blockchain*. Une *blockchain*, ou chaîne de *blocs, est définie selon la Commission d'enrichissement de la langue française comme un « mode d'enregistrement de données produites en continu, sous forme de blocs liés les uns aux autres dans l'ordre chronologique de leur validation, chacun des blocs et leur séquence étant protégés contre toute modification »¹². Autrement dit, ***la blockchain désigne un protocole informatique de registre distribué qui permet de procéder à des transactions sans autorité centrale de contrôle mais en toute sécurité grâce à l'utilisation d'outils cryptographiques***¹³.

Cette technologie permet de nouer des transactions numériques avec la certitude de leur réalisation, sans recourir aux tiers de confiance traditionnels (État, notaires, avocats, banques, etc.) et sans risque structurel de fraude¹⁴. De plus, chaque partie ne connaît pas au préalable les autres participants à la transaction, l'identité des utilisateurs étant cachée derrière un pseudonyme. Les transactions sont regroupées en blocs, lesquels sont ajoutés les uns à la suite des autres, formant ainsi une chaîne de blocs dont les maillons sont liés par l'utilisation d'une fonction cryptographique. L'expression « chaîne de blocs » ou « *blockchain* » désigne usuellement l'ensemble du protocole informatique.

5. La réception de la technologie. Cet outil informatique a suscité au départ de nombreuses interrogations et une certaine méfiance. En effet, avant d'être connue du grand public, la première *blockchain*, « Bitcoin », a été utilisée en partie pour financer des transactions illicites sur le *darknet* et pour du blanchiment d'argent¹⁵ avec des bitcoins. Mais depuis, la technologie s'est répandue, plusieurs dizaines *blockchains* ont été créées et le cours des cryptomonnaies s'est envolé à proportion de l'intérêt du public. Un discours idéaliste porteur

¹² COMMISSION D'ENRICHISSEMENT DE LA LANGUE FRANÇAISE, « Vocabulaire de l'informatique (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », *JORF*, n° 121, 23 mai 2017.

¹³ Pour une présentation détaillée et plus technique de la blockchain, v. *infra*, §50 s. et spéc. §69 s.

¹⁴ V. en ce sens, *Blockchain, au défi de la confiance*, OPTIC, 2018, p. 16 : « la Blockchain prétend assurer par le code deux fonctions centrales : empêcher structurellement la fraude et libérer les utilisateurs de toutes autorités étatiques ou bancaires. »

¹⁵ V. sur le sujet, « The trust machine. The technology behind bitcoin could transform how the economy works », *The Economist*, 31 octobre 2015 ; les premiers articles français sur la blockchain et le bitcoin sont particulièrement véhéments à ce sujet, rappelant largement les débuts de l'utilisation du bitcoin sur le « darknet » (le marché noir de l'internet), alors que le volume des transactions illicites était très faible au regard du volume total de transactions. V. aussi, É. A. CAPRIOLI, « Une première condamnation aux USA pour la commission d'infractions sur le Dark Web », *CCE*, n° 11, juillet 2017, p. 68, qui rappelle le fonctionnement de *Silkroad*, le « supermarché en ligne du crime » avant sa fermeture en 2013, où la monnaie utilisée était le bitcoin. V. aussi de façon plus générale sur les utilisations de la blockchain à des fins illégales, le rapport *Blockchain, au défi de la confiance*, *op. cit.*, p. 29-30. Pour autant, la part des transactions illicites sur les blockchains est en diminution constante (ADAN et KPMG, *La crypto en France : structuration du secteur et adoption par le grand public*, 2022, p. 27-28).

de promesses n'a pas manqué de se faire entendre et d'être adopté chez les enthousiastes de la *blockchain*¹⁶. Cette technologie était annoncée comme « disruptive »¹⁷, venant libérer les individus des intermédiaires traditionnels et révolutionner le monde des échanges et de la valeur, comme internet était venu, trois décennies plus tôt, révolutionner le monde de l'information et de la communication¹⁸.

La méfiance des réfractaires et des prudents est pourtant restée intacte durant cette première décennie d'existence de la *blockchain*¹⁹. Cette méfiance pouvait se concevoir initialement au regard de cet objet juridique non identifié, présenté comme permettant de lever des sommes d'argent colossales en quelques minutes²⁰, de procéder à des transactions entre parfaits inconnus sans la moindre autorité centrale pour veiller au bon respect des engagements de chacun, ou encore de supprimer le recours aux tiers de confiance traditionnels... De surcroît, l'argument écologique a été brandi avec force mais sans guère de précision pour décrier cet outil informatique énergivore²¹. Aujourd'hui toutefois, le marché se structure autour de projets de plus en plus sérieux, utilisant à bon escient les caractéristiques innovantes de la *blockchain*.

¹⁶ V. en ce sens, M. IANSITI et K. R. LAKHANI, « The Truth about Blockchain », *Harvard Business Review*, vol. 95, n° 1, février 2017, p. 118-127 : « *Indeed, virtually everyone has heard the claim that blockchain will revolutionize business and redefine companies and economies.* » V. par exemple, G. BABINET et C. JEANNEAU, « La Blockchain, une révolution qui va changer le monde », *La Tribune*, 5 février 2016 (en ligne : <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/la-blockchain-une-revolution-qui-va-changer-le-monde-547576.html>).

¹⁷ L'adjectif « disruptif » est un anglicisme très largement employé, pour décrire un phénomène perturbateur, porteur de grands changements.

¹⁸ C. JEANNEAU, *L'âge du web décentralisé*, Digital New Deal Foundation, 2018, p. 13 : « Internet a permis de décentraliser l'information. (...) La blockchain permet de décentraliser la valeur. Avec la blockchain, tout individu s'empare d'un nouveau pouvoir : créer et échanger de la valeur, avec l'internaute qu'il veut, instantanément, sans nécessiter la permission d'un quelconque tiers ».

¹⁹ « Rarement un projet technologique n'aura affirmé avec une telle force un projet éminemment politique en rupture avec le concept de confiance (...). Les promesses démesurées de cette technologie doivent nous conduire à la plus grande prudence » (*Blockchain, au défi de la confiance*, 2018, *op. cit.*). V. aussi, encore en 2018, les doutes qui subsistent parfois devant l'idée même de *blockchain*, par exemple lors du colloque organisé à la Cour de cassation intitulé « Les blockchains : entre mystères et fantasmes », interventions publiées au *D. IP/IT*, 2019, p. 414 s., not. V. GAUTRAIS, « Les sept péchés de la blockchain : éloge du doute ! », *D. IP/IT*, 2019, p. 432. Et même, dans la presse grand public, un article de décembre 2020 intitulé « Bitcoin : enquête sur une escroquerie planétaire » (*Le Monde Campus*, 1^{er} décembre 2020) !

²⁰ Il s'agit des ICO ou « *Initial Coin Offerings* ». Sur le sujet, v. *infra* §7.

²¹ V. les estimations rapportées par la note parlementaire *Comprendre les blockchains (chaînes de blocs)*, Les notes scientifiques de l'office, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2018 : la consommation pour la blockchain bitcoin pourrait être de 24 TWh/an et connaît une croissance exponentielle. Selon une autre étude, les six plus grosses blockchains auraient eu une consommation en 2018 entre 52 et 111 TWh/an suivant les données disponibles fin 2018 ; en 2017, la fourchette était bien plus basse, entre 18 et 42 TWh/an. À titre de comparaison, la consommation d'un pays comme la Belgique est d'environ 80 TWh/an (M. RAUCHS *et al.*, *2nd Global Cryptoasset Benchmarking Study*, Cambridge, Cambridge Centre for Alternative Finance, 2018). Un travail de lobbying vise à faire changer de perspective (v. not. C. JEANNEAU, *Impact écologique des blockchains et cryptomonnaies : idées reçues et réalités*, Blockchain Partner, 2019) et à montrer que la consommation d'énergie des blockchains repose en grande partie sur des énergies renouvelables qui n'étaient pas consommées et donc perdues et que cette consommation n'est pas tant élevée en comparaison à d'autres industries, en particulier bancaire et financière. Une étude récente a d'ailleurs démontré que la blockchain Bitcoin était 56 fois moins énergivore que le système de paiement monétaire actuel (M. KHAZZAKA, *Bitcoin : Efficacité énergétique des cryptopaiements*, Valuechain, 2022). De plus, la récente mise à jour de la blockchain Ethereum, principale chaîne de déploiement des smart contracts, a permis de changer de consensus et de diminuer sa consommation énergétique de 99,9% (v. *infra*, §71).

6. Vocabulaire. Faut-il parler de *blockchain*, ou de chaîne de blocs, comme le préconise le vocabulaire français de l'informatique paru au journal officiel le 23 mai 2017²² ? De *smart contracts* ou d'« automates exécuteurs de clauses », selon le vocabulaire des actifs numériques²³ ?

Certains auteurs²⁴, fervents défenseurs de l'emploi de la langue française²⁵, se dressent contre l'utilisation de l'anglais par facilité, rappelant que l'anglais n'est pas maîtrisé par tous et que le choix d'une langue peut avoir des incidences sur le fond.

Il est vrai par exemple que le mot anglais *computer* ne s'est pas imposé en France pour désigner la machine que la langue française appelle ordinateur. Mais il en va différemment ici, et de même qu'internet est désigné par le vocable anglais²⁶ et non par un terme équivalent en français²⁷, il semble que les mots « *blockchain* » et « *smart contract* » soient plus adéquats que leurs traductions françaises. Le terme *blockchain* s'est imposé en pratique en France dans tout l'écosystème, qu'il s'agisse du gouvernement²⁸, du lobbying²⁹, des parlementaires³⁰, ou encore des « solutions *blockchain* » qui fleurissent en ligne. Il en est de même pour les *smart contracts*. La nouveauté de ces outils technologiques et l'adoption simultanée dans le monde entier de ces nouveaux outils informatiques sont autant d'arguments pour l'utilisation de termes uniques.

C'est pourquoi **le choix est fait d'employer dans cette étude les termes de blockchain et de smart contract**, désormais sans italique, pour marquer l'adoption généralisée de ces

²² « Chaîne de blocs » en français selon la COMMISSION D'ENRICHISSEMENT DE LA LANGUE FRANÇAISE, « Vocabulaire de l'informatique (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », *op. cit.*

²³ COMMISSION D'ENRICHISSEMENT DE LA LANGUE FRANÇAISE, « Vocabulaire des actifs numériques (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », *JORF*, n° 13, 15 janvier 2021.

²⁴ M. le Tourneau fait un plaidoyer vigoureux pour l'emploi de la langue française, dans son ouvrage sur les contrats du numérique (P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique : informatiques et électroniques*, 11^e éd., Dalloz, 2021, n° 011.93 et n°s 12.016 s.).

²⁵ Ils rejoignent en cela l'Académie française qui, dans une déclaration du 30 avril 1981, a condamné avec force « un certain esprit démissionnaire et une tendance néfaste à abandonner, en maintes circonstances, l'emploi du français au profit de l'anglais ou de l'anglo-américain ». « Cet état d'esprit démissionnaire est spécialement notable dans les secteurs de la publicité, de la technologie, de la communication scientifique et des échanges internationaux ». « Elle tient pour gravement préjudiciable à l'ensemble de la culture francophone que des savants cessent d'utiliser le français pour faire connaître les travaux de la science française » (cette déclaration est publiée dans l'ouvrage N. LE DOUARIN et C. PUIGELIER (dir.), *Science, éthique et droit*, Jacob, 2007, p. 60-61).

²⁶ Internet est la contraction de l'expression « *inter-networking* » qui provient des premiers travaux au milieu des années 1970, visant à connecter entre eux les réseaux d'ordinateurs connectés ensemble (v. sur le sujet et plus généralement sur la naissance d'internet, E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé : La personne, la propriété, le contrat*, CEPRISSA, 2017, n° 10).

²⁷ Internet est bien le terme officiel dans la langue française selon la commission générale de terminologie et de néologie. Le « Vocabulaire de l'informatique et de l'internet » est paru au JO du 16 mars 1999.

²⁸ *Les enjeux des blockchains*, France Stratégie, 2018. France Stratégie est une cellule de recherche et de réflexion dépendant du Premier ministre.

²⁹ Le numéro 1 français de lobbying pour la blockchain, initialement dénommé Blockchain France, s'appelle Blockchain Partner. On peut également citer la Fédération Française des Professionnels de la Blockchain ou l'Alliance Blockchain France.

³⁰ Le Rapport de l'Assemblée Nationale utilise les deux expressions, française et anglaise, avec une nette supériorité numérique pour le terme « blockchain » (L. DE LA RAUDIERE ET J.-M. MIS, *Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement en conclusion des travaux de la mission d'information commune sur les chaînes de blocs (blockchains)*, Assemblée nationale, 2018).

termes et l'universalité de ces instruments, malgré leur consonnance et leur origine anglophones³¹.

7. L'attention du régulateur et du grand public centrée sur certains cas d'usage seulement de la blockchain, en particulier financiers. Aujourd'hui, les blockchains se sont multipliées et sont largement utilisées. Elles permettent de créer des monnaies virtuelles ou « crypto-monnaies », d'échanger des actifs numériques, d'exécuter automatiquement des actions prédéfinies, de tenir des registres de façon décentralisée sans risque de fraude ou de corruption³². En droit français, deux ordonnances de 2016 et 2017³³ ont entériné la possibilité d'émettre et de transmettre des titres financiers non cotés sur des blockchains, appelées « dispositif d'enregistrement électronique partagé » ou DEEP par le législateur³⁴. Il est même possible de procéder à un nantissement de titres financiers inscrits dans un DEEP, suivant le nouvel article L.211-20 du code monétaire et financier, ce qui vient bouleverser le classique nantissement de compte de titres financiers³⁵.

Certains cas d'usage des blockchains ont connu des vagues successives d'engouement du public, comme les *ICO, les *NFT et la *DeFi. Que signifient tous ces acronymes ? Les ICO³⁶ ou « *Initial Coin Offerings* » peuvent être décrites comme des levées de fonds en

³¹ Le terme « *blockchain* » est issu du document de lancement de la blockchain bitcoin et publié en anglais (sur le *whitepaper* de la blockchain bitcoin (S. NAKAMOTO, « Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System », 31 octobre 2008 (en ligne : <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>)), v. *infra*, §53), tandis que le terme « *smart contracts* » provient des travaux de Nick Szabo (v. *supra*, §2).

³² Sur les cas d'usage plus développés, v. *infra*, §54 s.

³³ Ordonnance n° 2016-520 du 28 avril 2016 relative aux bons de caisse et ordonnance n° 2017-1674 du 8 décembre 2017 relative à l'utilisation d'un dispositif d'enregistrement électronique partagé pour la représentation et la transmission de titres financiers non cotés. Le décret d'application de ces deux ordonnances, en date du 24 décembre 2018, n'a pas apporté de réponse précise quant aux modalités pratiques des « DEEP », laissant une grande liberté aux parties. Il faut souligner toutefois la suppression du régime des minibons, opérée par une ordonnance du 22 décembre 2021, qui a eu pour conséquence de supprimer les dispositions en lien avec la blockchain. Cette suppression a été décidée dans le cadre d'une mise en conformité du « cadre réglementaire national relatif au financement participatif avec le paquet européen adopté le 7 octobre 2020 et comprenant un règlement (UE) 2020/1503, ainsi qu'une directive (UE) 2020/1504, laquelle a déjà été transposée par l'ordonnance n° 2021-738 du 9 juin 2021 », selon le rapport présentant l'ordonnance (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044546247>). En effet, « Le règlement (UE) 2020/1503 crée un nouveau statut européen, celui de prestataire de services de financement participatif (PSFP) » qui a pour effet de priver d'intérêt le régime des minibons (*ibid*).

³⁴ Le droit français est un des premiers systèmes juridiques à avoir donné une définition légale à la blockchain en introduisant un nouvel article L. 223-12 dans le code monétaire et financier, désignée comme un « dispositif d'enregistrement électronique partagé » (DEEP). Le rapport au Président de la République présentant l'ordonnance du 8 décembre 2017, paru au JO du 9 décembre 2017, n° 287, précise bien l'adéquation entre le terme DEEP et la blockchain et fonde ce choix sur le principe de neutralité technologique, précisant que « cette désignation demeure large et neutre à l'égard des différents procédés afin de ne pas exclure des développements technologiques ultérieurs. Cette dénomination recouvre les principales caractéristiques de la « blockchain » : sa vocation de registre et son caractère partagé ».

³⁵ V. sur le sujet, D. LEGAIS, « Nantissement de titres financiers via la blockchain », *RDBF*, n° 1, 2019, p. 14.

³⁶ Sur le sujet, v. not. E. WOERTH et P. PERSON, *Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement en conclusion des travaux d'une mission d'information relative aux monnaies virtuelles*, Assemblée nationale, 2019 ; J.-P. LANDAU et A. GENAIS, *Les crypto-monnaies (Rapport au Ministre de l'Économie et des Finances)*, 2018 ; C. LE MOIGN, *ICO françaises : un nouveau mode de financement ?*, AMF, 2018 ; H. DE VAUPLANE, « Quelle régulation pour les offres publiques en cryptomonnaies (ICO) ? », *Revue Banque*, n° 810, 2017 ; H. LEFEBVRE, S. POLROT et C.

cryptomonnaie *via* l'émission d'actifs numériques, appelés *jetons ou « *tokens* »³⁷, visant à financer des projets fonctionnant sur des blockchains ou le développement de nouvelles blockchains. En 2017-2018, le succès de ces levées de fonds a été exponentiel³⁸, mais une proportion extrêmement importante de ces *ICO* a connu un échec retentissant³⁹, soit parce que les projets étaient des escroqueries, soit parce qu'ils n'étaient pas assez réfléchis pour aboutir. En conséquence, le rythme effréné des *ICO* a progressivement diminué pour ensuite se stabiliser autour de projets plus sérieux⁴⁰. En France, l'Autorité des Marchés Financiers (AMF) a lancé une initiative de réglementation du secteur. La loi PACTE, promulguée le 22 mai 2019 et suivie d'un décret d'application pris le 21 novembre 2019, a concrétisé ce souhait de réglementation, par l'instauration d'un visa optionnel permettant de distinguer les projets sérieux et de protéger les investisseurs⁴¹.

Aux États-Unis, la *Securities and Exchange Commission* (SEC), équivalent américain de l'AMF, a pris position très tôt sur les *ICO* et les cryptomonnaies, pour se prononcer au cas par cas sur la qualification des jetons (*tokens*) émis dans certains projets et le cas échéant interdire les *ICO* concernées⁴² ou par exemple interdire la mise sur le marché d'un fonds d'investissement libellé en bitcoins⁴³.

ABITBOL, « Moyens de paiement - Blockchain : premier (s) pas vers la réglementation des « cryptomonnaies » et autres actifs numériques », *JCP E*, 2017, p. 1255.

³⁷ L'Autorité des Marchés Financiers (AMF), les définit comme des « émissions de jetons (ou « *tokens* ») en vue de lever des fonds par offre au public » (Consultation publique lancée par l'AMF sur les *ICO*, 26 octobre 2017, https://www.amf-france.org/sites/default/files/contenu_simple/consultations_publicques/Consultation%20publique%20de%201%27AMF%20sur%20les%20Initial%20Coin%20Offerings%20%28ICOs%29.pdf).

³⁸ Les montants totaux levés dans le cadre des *ICO* équivalaient à 100 millions de dollars en 2016 et à près de 6 milliards de dollars en 2017 ; durant le premier semestre de l'année 2018, les fonds levés ont représenté l'équivalent de près de 10 milliards de dollars (J.-P. LANDAU et A. GENAIS, *Rapport Landau - Les crypto-monnaies*, *op. cit.*, p. 31). Les chiffres varient cependant selon les sources. V. J. LEE, « How Much Have ICOs Raised in 2018? Depends on Who You Ask », *Bloomberg*, 5 novembre 2018 (en ligne : <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-11-05/how-much-have-token-sales-raised-in-2018-depends-on-who-you-ask>).

³⁹ Le Rapport Landau sur les cryptomonnaies cite un chiffre de seulement 8% de projets encore actifs en mai 2018 (J.-P. LANDAU et A. GENAIS, *Rapport Landau - Les crypto-monnaies*, *op. cit.*).

⁴⁰ Après 2018, le recours aux *ICO* a continué de façon plus stable et mesuré, avec des projets présentés plus sérieux et des montants moins élevés et surtout levés pendant les « préventes » (*presales*), selon R. SHARMA, « What Crackdown? ICOs Have Raised Almost \$2 Billion This Year », sur *Investopedia*, 25 juin 2019 (en ligne : <https://www.investopedia.com/news/what-crackdown-icos-have-already-raised-almost-2-billion-already-year/>)

⁴¹ Articles 85 et suivants de la loi PACTE. Au-delà de ce visa optionnel délivré par l'AMF pour les opérations d'émission de tokens (*ICO*), la loi PACTE a créé un agrément pour les prestataires de services sur actifs numériques (PSAN) et renforcé le droit au compte bancaire pour les acteurs du secteur (v. *infra*, §33).

⁴² Aux États-Unis, il faut être enregistré ou obtenir une exemption auprès de la SEC pour offrir des valeurs mobilières à la vente aux résidents américains. La SEC utilise le « test Howey » pour savoir si les jetons relèvent des lois fédérales des États-Unis sur les valeurs mobilières. Tiré d'un arrêt de la Cour Suprême américaine, ce test permet de définir ce qu'est une valeur mobilière (*security*) soumise à la SEC. Quatre conditions doivent être réunies : 1) un investissement en somme d'argent, 2) un retour en investissement attendu, 3) dans une société, 4) via un promoteur ou un tiers. V. H. DE VAUPLANE, « Quelle régulation pour les offres publiques en cryptomonnaies (ICO) ? », *op. cit.*

⁴³ T. HUNNICUTT, « SEC denies a second application to list bitcoin product », *Reuters*, 28 mars 2017 ; C. BONDARD *et al.*, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *JCP E*, 2017, p. 1471.

Les autres cas d'usage précités ne sont pour l'heure soumis à aucune réglementation. Ainsi en est-il des *Non Fungible Tokens* (NFT), c'est-à-dire des jetons non fongibles, utilisés notamment dans le monde de la mode et de l'art⁴⁴. C'est aussi le cas de la *Decentralized Finance* (DeFi) ou finance décentralisée⁴⁵, qui propose de se substituer à la finance traditionnelle en recourant aux fonctionnalités et caractéristiques uniques des blockchains⁴⁶. L'évolution très rapide de ces milieux et le caractère décentralisé et pseudonyme de ces utilisations empêchent pour l'instant toute réglementation de ces cas d'usage⁴⁷.

Les cas d'usage des blockchains apparaissent innombrables et encore peu réglementés. Or, tous fonctionnent grâce à des smart contracts, qui sont les rouages des blockchains. Les smart contracts permettent par exemple de transférer des cryptoactifs vers une *adresse publique sur une blockchain – c'est notamment le fonctionnement primaire d'une *ICO*, les fonds en cryptomonnaie étant transférés contre des tokens. Les smart contracts permettent encore de tracer l'utilisation de certains tokens, afin de déclencher des micro-paiements liés à chaque utilisation. Ces quelques exemples laissent apercevoir que les smart contracts sont programmables pour des utilisations très variées et sont utilisés en permanence sur les blockchains puisqu'ils sont au cœur du fonctionnement de toute transaction qui se déroule sur

⁴⁴ V. sur le sujet, D. LEGEAIS, « La folie NFT », *RDBF*, n° 2, 2022, p. 2 ; P. BORDAIS, « Finance décentralisée et NFT (non fungible token) : deux nouvelles innovations de la blockchain », *RDBF*, n° 6, 2021, étude 19 ; *Demystifying non fungible tokens*, The European Union Blockchain Observatory and Forum, 2021. Par exemple, il est aujourd'hui possible d'acheter des NFT via l'enseigne Monoprix, qui portent sur des œuvres d'art numériques (<https://nft.monoprix.fr>). Le consommateur est alors titulaire d'un certificat d'authenticité de l'œuvre numérique. On peut aussi penser au lancement de copies numériques numérotées de chefs d'œuvre conservés au musée de l'Hermitage, permettant à des internautes de détenir une telle copie sous forme de NFT et de contribuer ainsi au financement du musée (« Binance NFT Marketplace to Feature Tokenized Art, Including Leonardo da Vinci, from The State Hermitage Museum », sur *Binance blog*, 26 juillet 2021 (en ligne : <https://www.binance.com/en/blog/nft/binance-nft-marketplace-to-feature-tokenized-art-including-leonardo-da-vinci-from-the-state-hermitage-museum-421499824684902408>)). Les NFT peuvent également être utilisés dans le secteur de la musique, pour assurer un meilleur paiement des artistes, en cas de revente de leurs titres, de streaming, de remixes, de collaboration avec d'autres artistes... (F. FATEMI, « Here's How NFTs Could Define The Future Of Music », 24 janvier 2022 (en ligne : <https://www.forbes.com/sites/falonfatemi/2022/01/24/nfts-and-the-future-of-music/?sh=31b7a74c5677>)).

⁴⁵ D. LEGEAIS, « La DeFi, finance de demain ? », *RDBF*, mars 2020, repère 2 ; B. CURRAN, « What is DeFi? Understanding The Decentralized Finance Landscape », sur *Blockonomi*, 24 octobre 2019 (en ligne : <https://blockonomi.com/what-is-decentralized-finance-defi/>) ; F. SCHÄR, « Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-based Financial Markets », 8 mars 2020 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3571335>).

⁴⁶ V. le rapport sur les *Smart legal contracts* (LAW COMMISSION, *Smart legal contracts: advice to government*, 2021, n° 2.88) qui définit ainsi la DeFi : « *DeFi (...) is an umbrella term referring to a wide range of financial activity usually deployed on DLT systems such as the Ethereum network. While the traditional finance system runs on centralised infrastructure managed by central authorities such as banks and other intermediaries, DeFi allows users to interact directly. Proponents of DeFi identify it as an opportunity to introduce novel forms of finance, and to remove intermediaries from cryptoasset transactions, loans, crowdfunding and betting.* » (nous traduisons : la DeFi (...) est un terme générique faisant référence à un large éventail d'activités financières généralement déployées sur des systèmes DLT tels que le réseau Ethereum. Alors que le système financier traditionnel fonctionne sur une infrastructure centralisée gérée par les autorités centrales telles que les banques et autres intermédiaires, la *DeFi* permet aux utilisateurs d'interagir directement. Les partisans de la *DeFi* l'identifient comme une opportunité d'introduire de nouvelles formes de financement et de supprimer les intermédiaires des transactions de crypto-actifs, des prêts, du financement participatif et des paris).

⁴⁷ Mais le régulateur européen s'est récemment emparé du sujet. V. *infra*, note 139.

une blockchain. Au milieu de ce foisonnement d'utilisations dispersées, les smart contracts en eux-mêmes semblent échapper à l'attention du régulateur et des institutions, l'instrument étant laissé aux mains des programmeurs.

8. L'intérêt intrinsèque pour les smart contracts, au-delà des cas d'usage spécifiques. Au regard de la diversité des cas d'usage de smart contracts sur la blockchain, et du désintérêt des régulateurs pour cet outil, pourquoi s'intéresser aux smart contracts du point de vue du droit des contrats ? Au-delà de ces multiples cas d'usage recensés, il est apparu au cours des recherches menées dans le cadre de cette étude que les smart contracts pourraient peut-être revêtir une fonction plus fidèle à la vision initiale de Nick Szabo : exécuter automatiquement des actions prévues par un contrat et ainsi améliorer l'exécution contractuelle. L'instrument pourrait alors venir transformer la pratique contractuelle contemporaine dans de très nombreux domaines. En améliorant tous ces contrats *spéciaux*, ces contrats de la pratique quotidienne et professionnelle, n'est-ce pas toute la technique contractuelle qui pourrait en être bouleversée ? L'étude promettait d'être riche.

Plutôt que d'étudier chaque cas d'usage de smart contract, il est apparu plus intéressant de se concentrer sur la figure générale des smart contracts, prise intrinsèquement. En effet, adopter une démarche générale d'analyse des smart contracts, détachés dans un premier temps de leurs cas d'usage précis, pourrait permettre une lecture nouvelle de cet outil technologique et ouvrir le chemin vers une qualification juridique. Cette lecture globale des smart contracts pourrait également enrichir la théorie contractuelle, avant d'en faire ruisseler les conséquences juridiques vers l'ensemble des utilisations spéciales envisageables. L'étude juridique générale de cet objet informatique pourrait alors être source d'enrichissement tant pour le droit des contrats en général, que pour la pratique contractuelle en particulier, au travers des utilisations très variées pouvant bénéficier des conséquences juridiques applicables à l'outil juridiquement qualifié.

Il a donc été nécessaire d'ouvrir la recherche à cette perspective d'une possible utilisation contractuelle des smart contracts, en se détachant des cas d'usage très pratiques, qui faisaient de l'ombre aux smart contracts, pour découvrir un véritable terrain d'étude juridique, et plus particulièrement en droit des contrats. Cette ouverture a permis de faire ressortir l'intérêt de l'étude (I). Pour parvenir à mener une étude de fond, la recherche a dû suivre une méthode propre à ce nouvel objet de droit et fixer un champ d'étude précis, en répondant au préalable à des interrogations préliminaires fondamentales (II).

I. L'intérêt de l'étude

9. Les smart contracts comme outil au service des contrats ? En revenant aux origines de l'expression de smart contracts, il est possible de retrouver l'idée d'un outil informatique au service des contrats : telle était la vision de Nick Szabo. La blockchain a permis d'amplifier les possibilités d'utilisation des smart contracts dans le champ contractuel. Pourtant, un flou s'est rapidement installé chez les juristes français, du fait de la traduction de *smart contracts* en *contrats intelligents*. Trop abrupte, cette traduction a provoqué par rejet une acception très stricte des smart contracts, les auteurs affirmant que les smart contracts ne seraient pas des contrats, mais seulement des modalités d'exécution d'un contrat. Sans être totalement erronée, une telle affirmation présente toutefois le défaut d'être trop restreinte. Il faut dépasser cette conception restrictive en menant une analyse terminologique de l'expression « smart contracts » et en revenant sur la vision initiale de Nick Szabo, donnant un véritable rôle aux smart contracts (A). À la faveur de ces explications préalables, il sera possible de s'interroger sur l'appréhension des smart contracts par le droit (B).

A. Précisions préalables sur le rôle des smart contracts

10. L'expression de smart contracts en français, source d'incompréhension. D'un côté, certains auteurs affirment à la fois que le smart contract est un contrat programmé, puisqu'il s'agit d'un logiciel, mais qu'il ne s'agit pas d'un contrat⁴⁸. L'emploi de l'expression est alors source de confusion, le lecteur ne sachant plus trop quel sens donner à ces smart contracts : contrat ou programme ? D'un autre côté, nombreux sont ceux qui se sont empressés d'affirmer que les smart contracts ne sont pas des contrats au sens juridique du terme⁴⁹. Pourtant, d'autres auteurs encore, plutôt des praticiens, ont consenti qu'il était possible d'y voir

⁴⁸ V. par exemple, É. A. CAPRIOLI *et al.*, « Blockchain et smart contracts : enjeux technologiques, juridiques et business », *Cahiers de droit de l'entreprise*, n° 2, mars 2017, p. 9-18 : d'abord, le smart contrat « se définit comme un contrat programmé qui s'exécute automatiquement conformément au code informatique inscrit dans le marbre », et ensuite « On le voit d'emblée, ces contrats ne sont pas des contrats à proprement dit, car le plus souvent, ils ne sont pas conçus par des juristes (...) Au vu de leur appellation, on a tendance à les assimiler à des contrats, mais ils n'ont pas en eux-mêmes d'autorité juridique. Lorsqu'un contrat juridique existe, le smart contract n'est qu'une application technique de ce contrat ».

⁴⁹ V. par ex. : G. GUERLIN, « Considérations sur les smart contracts », *D. IP/IT*, n° 10, 1^{er} octobre 2017, p. 512-516 ; M. MEKKI, « Les mystères de la blockchain », *D.*, 2017, p. 2160 ; J. GIUSTI, « Les « smart contracts » sont-ils des contrats ? », sur *Blog de Jérôme Giusti*, 27 mai 2016 (en ligne : <https://jeromegiustiblog.wordpress.com/2016/05/27/les-smart-contracts-sont-ils-des-contrats/>). On notera que dans le Dictionnaire du contrat, une entrée a été rédigée sur le smart contract (M. Mekki, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat*, D. Mazeaud, R. Boffa et N. Blanc (dir.), LGDJ, 2018, p. 243) : c'est dire l'intérêt suscité par ces smart contracts (trop) vite chassés de la sphère contractuelle !

des contrats⁵⁰, le recours à un programme informatique ne s’y opposant pas par nature⁵¹. Cette idée est autrement plus répandue chez les auteurs anglo-saxons, recourant habilement à l’expression plus large de « *agreements* »⁵².

Comment expliquer cette confusion et cette incompréhension autour des smart contracts ? Cela vient du réflexe bien naturel pour un non-anglophone de traduire « *smart contract* » en « *contrat intelligent* ». S’agissant de la nature de contrat, si l’on s’accorde pour l’instant à définir le smart contract comme un programme informatique auto-exécutant, le smart contract n’est pas nécessairement un contrat au sens juridique. Pour les informaticiens, « le smart contract, principalement et pragmatiquement, c’est du code »⁵³, c’est-à-dire du code informatique. Il faut commencer par regarder l’instrument nu, tel qu’il est véritablement : composé de lignes de code informatique. S’agissant du caractère intelligent, la traduction est tout aussi inexacte, en laissant penser que le programme serait doté d’une autonomie lui permettant de décider seul d’actions à entreprendre : or, il n’en est rien. En réalité, « *smart* » devrait être traduit ici par « astucieux », en ce sens que ce programme permet une exécution bien pensée, optimisée des termes préalablement définis⁵⁴. Ce programme informatique n’est pas intelligent au sens de l’intelligence artificielle⁵⁵. Il ne fait qu’exécuter les actions prédéfinies, sans pouvoir créer de transactions de sa propre initiative. Il suit une logique d’exécution intégrale, c’est-à-dire que le smart contract exécute tout le code mais rien que le code.

11. Le maintien de l’expression « smart contracts ». On pourrait s’interroger, dans ces conditions, sur le maintien de l’expression « smart contracts », qui est source de débat.

⁵⁰ C. BONDARD *et al.*, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *op. cit.* : « le smart contract tel qu’on l’envisage en pratique correspond tout à fait à la notion de contrat en droit, c’est-à-dire un outil qui va mettre en place des obligations réciproques, avec comme particularité le fait qu’elles vont s’exécuter automatiquement ».

⁵¹ La porte est ouverte : il faut « vérifier si la qualification contractuelle peut s’appliquer au smart contract en tant que protocole informatique inclus dans une blockchain qui permet d’horodater des procédures de formation et d’exécution d’ordre, par leur traduction dans le code informatique » (C. ZOLYNSKI, « Blockchain et smart contracts : premiers regards sur une technologie disruptive », *RDBF*, n° 1, 2017, p. 85-88).

⁵² V. par ex. K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 314 (note 2) “*A smart contract is an agreement in digital form that is self-executing and self-enforcing*” ; M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 306 : “*Smart contracts are defined as agreements wherein execution is automated, usually by computers*”.

⁵³ C. BONDARD *et al.*, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *op. cit.*

⁵⁴ V. en ce sens *Les impacts des réseaux distribués et de la technologie blockchain dans les activités de marché*, Europlace, Groupe Fintech, 2017, p. 20 : « L’intelligence à laquelle ce terme (...) fait allusion est surtout la facilité de gestion et d’exécution des termes du contrat (...). On s’assure dans le design d’un smart contract que l’exécution de ce programme, i.e. cet ensemble de lignes de code, soit la plus fluide et intelligente possible ».

⁵⁵ V. S. MERABET, *Vers un droit de l’intelligence artificielle*, Dalloz, 2020, qui distingue les systèmes de première génération et de seconde génération (n° 4.2). Les premiers ne sont capables que de suivre leur programmation initiale, sans aucune marge de manœuvre, tandis que les seconds ont un fonctionnement autonome, leur permettant de s’adapter à leur environnement. V. aussi, sur les différents niveaux de *smart*, *infra*, §164.

D'aucuns estiment qu'il n'était pas nécessaire ou indispensable de reprendre une telle terminologie lors du lancement de la blockchain Ethereum, qui, la première, a permis le recours aux smart contracts sur la blockchain. Le fondateur d'Ethereum a reconnu en octobre 2018 qu'il regrettait d'avoir retenu l'expression « smart contracts » en raison de toutes les confusions que ce terme induit⁵⁶. D'autres auteurs ont exprimé cette défiance envers l'emploi de l'expression⁵⁷, et des propositions ont été formulées pour renommer les smart contracts en contrats auto-exécutants⁵⁸, agents intelligents⁵⁹ ou encore scripts transactionnels⁶⁰. Il serait aussi possible de s'en tenir à l'expression de programmes informatiques auto-exécutants.

Toutefois, la généralisation de l'emploi de l'expression de « smart contract » pousse à son maintien. À défaut de définition unanime⁶¹, un terme unique permet de désigner ce programme informatique particulier. L'appellation a le mérite d'être universellement reconnue et d'être aujourd'hui directement liée à l'utilisation des smart contracts sur une blockchain. Il sera en revanche nécessaire de faire œuvre de clarification dans la présente étude pour déterminer l'implication juridique exacte de ce terme. L'exposé de la vision initiale de Nick Szabo permet déjà à cet égard de témoigner du rôle très large que peuvent recouvrir les smart contracts et de leur lien avec les contrats, rôle rendu possible grâce à la blockchain.

12. De la vision initiale de Nick Szabo à la blockchain. Les smart contracts ont été conçus par Nick Szabo dès les années 1990⁶². M. Szabo donne la définition suivante du smart contract : « un protocole de transaction informatisé qui exécute les termes d'un contrat »⁶³. Dans un glossaire publié en ligne en 1995, il précise qu'il s'agit d'un « ensemble de promesses, incluant des protocoles au sein desquels les parties exécutent les autres promesses. Les

⁵⁶ Vitalik Buterin, tweet du 13 octobre 2018 : “*To be clear, at this point I quite regret adopting the term "smart contracts". I should have called them something more boring and technical, perhaps something like "persistent scripts".*” https://twitter.com/VitalikButerin/status/1051160932699770882?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwtterm%5E1051160932699770882&ref_url=https%3A%2F%2Fwickedzine.com%2Fnews%2Fvitalik-buterin-i-quitte-regret-adopting-the-term-smart-contracts-for-ethereum%2F

⁵⁷ C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions », *Barclays Bank PLC*, vol. 2016-2017, 15 mars 2017 (en ligne : <http://arxiv.org/abs/1608.00771>) ; J. STARK, « Making Sense of Blockchain Smart Contracts », sur *CoinDesk*, 4 juin 2016 (en ligne : <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts>) : “*The term receives a lot of valid criticism. Relying on the metaphor of a «contract» is misleading because it emphasizes a single narrow use case.*” (Nous traduisons : Le terme fait l'objet de nombreuses critiques valables. S'appuyer sur la métaphore d'un « contrat » est trompeur car il met l'accent sur un seul cas d'utilisation étroit).

⁵⁸ C. ZOLYNSKI, « Blockchain et smart contracts : premiers regards sur une technologie disruptive », *RDBF*, 2017, n° 1, dossier 4 ; S. POLROT, « « Smart contract », ou l'engagement auto-exécutant », sur *Ethereum France*, 20 mars 2016 (en ligne : <https://www.ethereum-france.com/smart-contract-ou-le-contrat-auto-executant/>).

⁵⁹ « *Smart agents* », expression de J. STARK, « Making Sense of Blockchain Smart Contracts », 4 juin 2016, *op. cit.*

⁶⁰ S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », 2020 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3523515>)

⁶¹ Sur les définitions proposées des smart contracts, v. *infra*, §92.

⁶² V. *supra*, §2.

⁶³ N. SZABO, « Smart Contracts », 1994, *op. cit.* (extrait original : “*a smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract*”).

protocoles sont généralement mis en œuvre avec des programmes sur un réseau informatique, ou dans d'autres formes d'électronique numérique, en conséquence ces contrats sont « plus intelligents » que leurs ancêtres sur papier. Cela n'implique aucune utilisation d'intelligence artificielle »⁶⁴.

Ainsi, le smart contract est imaginé par M. Szabo comme un protocole informatique de contractualisation, une mise en œuvre d'obligations contractuelles. Son idée est simple : utiliser l'informatique pour rendre « astucieuse » (*smart*) l'exécution du contrat et pour améliorer son fonctionnement tout en réduisant les coûts. Dans les travaux de M. Szabo⁶⁵, le contrat, ensemble de promesses nées de la rencontre des volontés des parties, est présenté comme le mode traditionnel pour nouer des relations et donc comme une pierre fondatrice de l'économie de marché. Selon M. Szabo, les smart contracts peuvent couvrir toutes les phases du contrat : prospection, négociation, conclusion de l'accord et surtout, exécution du contrat. L'idée est de faciliter ces étapes de la formation et de l'exécution du contrat grâce aux protocoles informatiques utilisés. Les smart contracts apparaissent alors comme de nouveaux moyens pour formaliser et sécuriser des relations numériques, de façon bien plus fonctionnelle que leurs ancêtres sur papier. C'est en cela qu'ils sont « *smart* » – comprendre « malins ».

La blockchain permet cette mise en œuvre. Les smart contracts déployés sont utilisés pour l'exécution de transactions, initiées grâce à ces smart contracts. Il s'agit de rendre plus rapide et surtout autonome et automatique l'exécution d'engagements préalables. Cette utilisation a bien vocation à rendre plus astucieuse l'exécution des contrats, et plus largement des transactions. Leur utilisation peut donc se révéler très large, de l'initiation à l'exécution de ces opérations sur blockchain.

Les smart contracts, ces programmes informatiques auto-exécutants qui pourraient améliorer toutes les phases du processus contractuel, sont-ils susceptibles de révolutionner notre droit contemporain des contrats ?

⁶⁴ N. SZABO, « Smart Contracts Glossary », 1995 (en ligne : https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_glossary.html), passage original : “*Smart contract : a set of promises, including protocols within which the parties perform on the other promises. The protocols are usually implemented with the programs on a computer network, or in other forms of digital electronics, thus these contracts are « smarter » than their paper-based ancestors. No use of artificial intelligence is implied.*”

⁶⁵ Ce paragraphe présente le résumé en français de la pensée de N. Szabo dans ses écrits précités (v. *supra*, §93). V. également en anglais, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 324-325 où les auteurs résument clairement les propositions de N. Szabo.

B. La question de l'appréhension des smart contracts par le droit des contrats

13. Un instrument difficile à manier par les juristes. Le recours à un programme informatique pour exécuter un contrat, ne relève pas du réflexe pour le juriste classique. L'instrument a de quoi effrayer. Déjà, le smart contract, en tant que programme informatique auto-exécutant, est rédigé en code informatique. Ce langage très formel s'avère inflexible⁶⁶ et semble s'opposer par nature au langage juridique, sujet à l'interprétation. Les smart contracts rendent compte d'un phénomène plus large de concurrence de la légalité juridique par la légalité numérique, où les nombres concurrencent, par un phénomène de déspatialisation, les normes juridiques classiques, toujours rattachées à un espace géographique⁶⁷.

Plus pratiquement, le recours à l'informatique dépasse la compétence classique du juriste ou même de tout contractant, puisque ce langage fait de nous des illettrés⁶⁸. Qui alors serait en mesure de rédiger des contrats sous forme de smart contracts ? Ou à tout le moins, de programmer des smart contracts comme modalité d'exécution d'un contrat ? Recourir aux smart contracts reviendrait à priver les rédacteurs d'actes de leur champ de compétence⁶⁹. Un mouvement de rejet des smart contracts par les juristes serait alors compréhensible, et ce d'autant plus que la conception sur laquelle ils reposent semble entrer en opposition directe avec le droit classique des contrats.

14. Une conception à l'encontre des principes du droit des contrats ? L'exécution automatique et irrésistible promise par les smart contracts peut paraître en inadéquation avec la conception du droit des contrats, suivant deux niveaux de lecture : les smart contracts semblent non seulement s'opposer à certains égards aux principes directeurs du droit des contrats, mais aussi encourager des dérives de l'utilisation des contrats.

⁶⁶ V. l'étude très complète sur le sujet de J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *University of Pennsylvania Law Review*, vol. 166, 2018, p. 263-303.

⁶⁷ V. sur le sujet, A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Le numérique contre le politique*, PUF, 2021, spéc. p. 22 s. et p. 41 s. Après avoir rappelé que le droit est tributaire d'un rapport à l'espace, (« la légalité juridique dépend d'un État et ainsi d'un sol », p. 23), ils montrent que la légalité numérique rompt ce « lien immémorial » avec l'espace, qu'elle peut être qualifiée de légalité hors-espace (p. 35). À la suite de leur premier ouvrage (A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Justice digitale : révolution graphique et rupture anthropologique*, PUF, 2018) où ils montraient que cette nouvelle forme d'écriture constitue une révolution graphique, les auteurs démontrent dans *Le numérique contre le politique* que le numérique a entamé un processus de déspatialisation et devient le moyen d'une « normativité totalement autonome hors espace, qui bénéficie d'une force indépendante de toute délégation ou autorisation juridique ou politique » (p. 43).

⁶⁸ A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Justice digitale*, *op. cit.* V. également, *infra*, §237.

⁶⁹ Il faudra alors réfléchir à dépasser ce manque de compétence : v. *infra*, §460.

15. Smart contracts et principes directeurs du droit des contrats. Du point de vue de la théorie générale du contrat⁷⁰, et plus précisément des principes directeurs du droit des contrats, le recours aux smart contracts semble favoriser une force obligatoire à laquelle les parties ne pourraient échapper, un respect parfait des prévisions des parties, par opposition au principe de bonne foi, et plus généralement au mouvement de justice contractuelle, ou solidarisme contractuel, qui se manifeste à certains égards aujourd'hui en droit des contrats en ajoutant plus de flexibilité au contrat conclu⁷¹. Les smart contracts empêcheraient la prise en compte de la dimension humaine dans le droit des contrats⁷², mouvement qui peut s'analyser comme un rejet du juge en dehors du contrat⁷³.

Ces réflexions trouvent un écho à un échelon plus élevé, au sein de la thématique de l'éthique face au numérique⁷⁴. Des débats sur la question, il ressort une nécessité d'affirmer des

⁷⁰ La théorie générale du contrat est définie par M. Savaux comme « une présentation synthétique et méthodique des contrats » qui « englobe l'analyse des difficultés juridiques du contrat et un regroupement de solutions qui atteignent un niveau suffisant de généralité sans pour autant valoir pour tous les contrats ». É. SAVAUX, *La théorie générale du contrat, mythe ou réalité?*, LGDJ, 1997, n° 73.

⁷¹ C. JAMIN, « Plaidoyer pour le solidarisme contractuel », in *Études offertes à Jacques Ghestin : le contrat au début du XXI^e siècle*, LGDJ, 2015, p. 441 s. ; D. MAZEAUD, « Loyauté, solidarité, fraternité, la nouvelle devise contractuelle ? », in *L'avenir du droit : mélanges en hommage à François Terré*, Dalloz, 1999, p. 603 s. Certains soulignent que ce devoir de loyauté qui irrigue désormais le contrat, de la négociation à l'exécution depuis la réforme du droit des contrats, constitue pour les juges « un nouvel instrument de souplesse » « leur permettant des interventions moralisatrices *a posteriori* » (A. BENABENT, *Droit des obligations*, 19^e éd., LGDJ, 2021, n° 39). Cette souplesse a alors pour corollaire « pour les praticiens un certain risque d'insécurité juridique ». L'auteur interroge : « cette incertitude même n'est-elle pas vertueuse en conduisant à prendre une « marge de bonne foi » suffisante ? » (*Id.*).

⁷² M. MEKKI, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*, p. 243 : l'auteur décrit les risques de l'automatisation, qui « ne laisse plus de place à la tolérance, à la patience, à l'écoute et au dialogue » et évoque en conséquence un « droit des contrats déshumanisé, dépersonnalisé, standardisé ».

⁷³ L'automatisme est une expression de la méfiance à l'égard du juge. Ainsi Mme Klein souligne que, à contre-courant du mouvement d'élargissement des pouvoirs du juge par la réforme du droit des contrats, « se développe une recherche d'automatisme de l'exécution contractuelle, qui témoigne d'une méfiance à l'égard des parties comme du juge », qui trouve « une traduction concrète dans l'émergence des *smart contracts* ». J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 74.

⁷⁴ Les réflexions sur l'éthique et le numérique ont commencé il y a un peu moins de dix ans et prennent différentes formes : par exemple, un colloque au Collège des Bernardins le 20 septembre 2017, suivi de réflexions au sein de la Chaire *L'humain au défi du numérique* (v. <https://www.collegeledesbernardins.fr/content/ethique-et-numerique>, entretien du 28 janvier 2020) ; une consultation publique lancée par la CNIL en 2017 sur les algorithmes et les enjeux éthiques qui en ressortent, qui a donné lieu à un rapport (*Comment permettre à l'Homme de garder la main ? Rapport sur les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle*, CNIL, 2017) : l'éthique est vue comme « l'éclairceuse du droit », « la norme éthique une préfiguration de la norme juridique » (p. 24). Le CIGREF, « association, représentative des plus grandes entreprises et administrations publiques françaises, qui accompagne ses membres en organisant, animant et synthétisant leurs réflexions collectives sur les enjeux numériques » (selon leur site internet www.cigref.fr), a également mené des réflexions depuis plusieurs années sur le sujet (v. par ex. F. FISCHER, « Une éthique du numérique ? », sur *Cigref*, 13 janvier 2016 (en ligne : <https://www.cigref.fr/archives/entreprise2020/une-ethique-du-numerique/>)), s'inscrivant en faveur d'une éthique appliquée, par exemple par le biais d'un référentiel éthique à destination des praticiens (<https://www.cigref.fr/wp/wp-content/uploads/2018/10/Cigref-Syntec-Numerique-Referentiel-pratique-Ethique-et-Numerique-2018.pdf>). Un Conseil national pilote d'éthique du numérique (CNPEN) a même été mis en place en décembre 2019 afin de mener des réflexions de fond sur le sujet, dont la synthèse a fait l'objet d'un ouvrage *ad hoc* (COMITE CONSULTATIF NATIONAL PILOTE D'ETHIQUE DU NUMERIQUE, *Pour une éthique du numérique*, É. Germain, C. Kirchner et C. Tessier (dir.), PUF, 2022). Ce comité pilote, placé sous l'égide du Comité consultatif national d'éthique, et dirigé par M. Kirchner, a pour rôle « de rendre des avis sur les saisines qui lui sont confiées, d'éclairer le débat public sur les enjeux d'éthique du numérique et de rédiger des propositions relatives à la pérennisation de la réflexion nationale sur l'éthique du numérique ».

principes d'éthique propre au numérique et de prévoir *ab initio* le respect de ces exigences éthiques, dans la façon même de concevoir la technologie envisagée (*ethics by design*)⁷⁵. Une telle démarche pourrait-elle être appliquée aux smart contracts et au droit des contrats ? Peut-on insuffler au programme informatique auto-exécutant une façon de respecter les grands principes directeurs du droit des contrats ? Cette thématique devra nourrir les réflexions au cours de la présente étude.

16. Smart contracts et dérives de l'utilisation des contrats. D'un point de vue davantage philosophique, certains craignent avec les smart contracts un risque de contractualisme, c'est-à-dire la contractualisation poussée à son extrême. Cette idéologie érige le lien contractuel en forme la plus achevée du lien social, ayant vocation à se substituer aux impératifs de la loi⁷⁶. Des illustrations de ce contractualisme, plus pratiques et plus proches de nous qu'on ne le pense, peuvent être citées. Ainsi en est-il des contrats d'affaires, qui ont tendance à s'auto-réglementer grâce à des clauses d'une diversité et d'une complétude rares dans les autres contrats, et cherchant à se soustraire à l'emprise étatique grâce à des clauses compromissaires⁷⁷. Les smart contracts pourraient s'inscrire dans cette dynamique de contractualisme, du fait d'un certain rejet du droit affiché⁷⁸ et de l'automatisation de la relation contractuelle résultant du recours à un algorithme⁷⁹. Pour certains, la blockchain serait ainsi le

⁷⁵ V. sur le sujet, *Comment permettre à l'Homme de garder la main ? Rapport sur les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle*, op. cit., p. 56 : la recommandation n° 3 préconise de « travailler le design des logiciels algorithmiques au service de la liberté humaine » ; plus généralement, le rapport affirme deux principes essentiels : le principe de loyauté (de tout algorithme envers ses utilisateurs, afin de faire primer leurs intérêts) et le principe de vigilance et réflexivité pour questionner en permanence ces logiciels en mouvement. V. dans le même sens, les travaux du Cigref précités, et le rapport de la Commission européenne sur le sujet qui adopte également cette démarche d'affirmation des principes à respecter et de mise en place d'un standard de « *ethics by design* » (*Ethics By Design and Ethics of Use Approaches for Artificial Intelligence*, Commission européenne, 2021).

⁷⁶ A. SUPLOT, *Homo juridicus : essai sur la fonction anthropologique du droit*, Seuil, 2005, p. 143. L'auteur rappelle la thèse de Henry Sumner Maine (*Ancient Law, its connection with the early history of society and its relation to modern ideas*, 1861) dont le contractualisme pourrait être une nouvelle expression : selon Sumner Maine, l'histoire du droit occidental est celle du passage du statut au contrat, où le mouvement est celui d'une extension du domaine du contrat et de la réduction du droit impératif. Le mouvement *Law & Economics* de l'école de Chicago, développé dans les années 1950 par des économistes qui se sont spécialisés dans l'analyse du droit, s'inscrit également dans cette idée de recherche des intérêts privés particuliers par l'homme, où le contrat est l'instrument de l'économie de marché. Dans cette dynamique, l'État se voit relégué à un rang très inférieur, les normes impératives servant seulement à l'exécution des contrats. Cette théorie pourrait être analysée comme la version économique de l'autonomie de la volonté.

⁷⁷ R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, LGDJ, 2020, n° 64 s.

⁷⁸ V. *infra*, §19.

⁷⁹ M. MEKKI, « Le contrat, objet des smart contracts », *D. IP/IT*, 2018, p. 409 et M. MEKKI, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat*, op. cit., craignant la dérive de la « smart contractualisation » vers le « smart contractualisme », piège dans lequel ne pas tomber afin d'éviter « une algorithmisation et une automatisation totales des relations contractuelles »

terreau fertile d'un monde où les relations seraient régies uniquement par le contrat et non par l'État⁸⁰.

Le risque serait également d'accentuer un phénomène déjà entamé de réification ou dépersonnalisation du contrat⁸¹, fruit de « l'évolution de nos sociétés marchandes qui s'attachent de plus en plus souvent aux clientèles sans visages »⁸². D'aucuns parlent même de déshumanisation⁸³, puisque, en face du contractant, ne se trouve plus un humain mais un écran ou une machine⁸⁴, qui indique – impose ? – le cheminement jusqu'à la formation du contrat⁸⁵. Le recours à des programmes informatiques ne peut qu'aller dans le sens de cette automatisation et ce retrait de l'humain dans l'exécution du contrat – voire dans la formation du contrat ? Les avancées de l'intelligence artificielle pourraient alors donner corps à des scénarios de contrats « machine-to-machine »⁸⁶, les smart contracts étant alors conclus par des logiciels *intelligents*⁸⁷. Pour certains, il s'agirait alors de contrats « désincarnés »⁸⁸.

Ce risque pourrait devenir une réalité grandissante, car les smart contracts pourraient avoir vocation à gérer le fonctionnement de toutes les interactions sur les métavers⁸⁹, dont il faut souligner le regain d'intérêt récent et surtout l'appât économique qu'ils représentent⁹⁰. Un

⁸⁰ N. LAURENT-BONNE, « La re-féodalisation du droit par la blockchain », *D. IP/IT*, 2019, p. 416 : « à la manière du lien de vassalité, la chaîne de blocs tend à inscrire les hommes libres, organisés en réseau, dans un tissu d'obligations et de conséquences normatives qui les dépassent ».

⁸¹ V. l'exposé de F. TERRE, « Le contrat à la fin du XXe siècle », *Revue des sciences morales et politiques*, 1995, p. 299 s., sur les différentes évolutions qu'a connues le droit des contrats durant le XXe siècle. On assiste à « un mouvement dans le sens de l'élimination de la personne ».

⁸² *Ibid.*, p. 311.

⁸³ P. MALAURIE, *Droit des personnes, La protection des mineurs et des majeurs*, 10e éd., LGDJ, 2018, n° 6.

⁸⁴ Le distributeur de billets, par exemple, permet la conclusion automatisée du contrat : J. HUET, « Le consentement échangé avec la machine », in *L'échange des consentements, Colloque de Deauville organisé les 17 et 18 juin 1995 par l'association Droit et Commerce, RJC*, n° spécial, 1995, p. 124-132.

⁸⁵ Pour F. Terré, « l'engagement perd son âme » et la machine utilisée pour contracter à la fin du XXe siècle « ébranle le droit du contrat, comme elle avait ébranlé, le siècle dernier, le droit de la responsabilité civile ». L'auteur y voit un profond bouleversement en particulier au stade de la conclusion du contrat, puisque tout passe par la machine, l'usager n'ayant plus vraiment de volonté mais seulement des choix à effectuer devant des « itinéraires contractuels mécanisés » (F. TERRE, « *Revue des sciences morales et politiques* », *op. cit.*, p. 313). V. aussi sur le sujet le très intéressant article de J. HUET, « Le consentement échangé avec la machine », *op. cit.* L'auteur relève combien nous sommes entourés de machines qui nous invitent à contracter, dès cette fin de XXe siècle : machines à sous, distributeurs de billets, consignes de gares, répondeur automatique, téléphone public, etc.

⁸⁶ P. DE FILIPPI et A. WRIGHT, *Blockchain and the law: the rule of code*, Harvard University Press, 2018, p. 82. Les auteurs expliquent également (p. 156) que les fabricants d'objets connectés peuvent utiliser des smart contracts pour définir les modes d'interaction avec ces objets.

⁸⁷ V. not. J. A. T. FAIRFIELD, « Smart Contracts, Bitcoin Bots, and Consumer Protection », *Washington and Lee Law Review Online*, vol. 71, n° 2, 2014, p. 35-50 ; R. SCHULZE et D. STAUDENMAYER, « Digital Revolution - Challenges for Contract Law », in *Digital Revolution: Challenges for Contract Law in Practice*, R. Schulze et D. Staudenmayer (dir.), Nomos, 2016, p. 30, et plus largement sur le sujet, v. *infra*, §168.

⁸⁸ J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 75. L'auteur craint qu'avec tous les changements induits par les nouvelles technologies et en particulier l'intelligence artificielle, on assiste à « l'avènement d'un modèle contractuel nouveau : un contrat dont la formation serait standardisée, et l'exécution automatisée. Bref, un contrat désincarné ».

⁸⁹ V. en ce sens, J. ROGNETTA, « Gloires et misères des NFT », *Le nouvel Economiste*, septembre 2022, p. 57, et *infra*, §273.

⁹⁰ V. par ex., A. FAGUER, « Le luxe à l'assaut du métavers », *Les Echos - Série limitée*, 3 mars 2022 (en ligne : <https://serielimitee.lesechos.fr/mode/news/0701056257015-le-luxe-a-lassaut-du-metavers-2460085.php>) ; C. WOTTIER,

métavers (*metaverse* en anglais) est un monde virtuel où des utilisateurs peuvent interagir en 3D *via* des avatars⁹¹. L'utilisation des blockchains permet de sécuriser des transactions en actifs numériques dans ces mondes virtuels, et de mettre en place toute une nouvelle économie, accentuant davantage encore la perspective de relations contractuelles automatisées et déconnectées de toute réalité et donnant l'impression d'échapper au droit en fuyant dans un univers parallèle. La question de la soumission de ces outils au droit doit alors être abordée.

17. Le droit peut-il même saisir la blockchain et les smart contracts ? Du point de vue des juristes, il ne fait pas de doute que des programmes informatiques utilisés par l'homme doivent être soumis au droit, ou à tout le moins leurs utilisations. « *Ubi societas, ibi jus* » : il n'existe pas de société sans droit, car le droit est inhérent à tout groupement humain⁹². Les sociétés contemporaines sont bâties sur le modèle de l'État de droit, c'est-à-dire d'un gouvernement des lois et non des hommes, qui « s'oppose à l'anarchie, au totalitarisme et à la justice privée »⁹³. Grâce au gouvernement des lois, il n'y a plus besoin d'un système de justice privée, caractéristique des systèmes juridiques primitifs où chacun devait assurer le respect de son droit⁹⁴. Ainsi, la blockchain, comme toute émanation de la société, devrait se soumettre au droit⁹⁵.

Du point de vue des pionniers de la blockchain en revanche, le recours à cet outil et à ses applications permet d'échanger dans une sphère informatique autonome, libre de tout contrôle et de toute soumission à des règles juridiques établies, le monde de la blockchain, dit « *crypto* », se construisant par opposition au monde extérieur à la blockchain, dit *« *fiat* ». En cela, la blockchain constitue précisément le moyen d'échapper aux institutions traditionnelles

« Pourquoi Carrefour a acheté un terrain virtuel dans le métavers », *Le Figaro*, 31 janvier 2022 (en ligne : <https://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/pourquoi-carrefour-a-achete-un-terrain-virtuel-dans-le-metavers-20220131>). Les professions juridiques s'intéressent de plus en plus au développement des métavers, en particulier les notaires qui entendent y jouer un rôle de tiers de confiance notamment pour y assurer la sécurité et la régularité des transactions (C. ROSSIGNOL, « Métavers : "Les notaires seront les garants neutres de la compliance et de la sécurité" », *Le Journal du Dimanche*, 21 mai 2022).

⁹¹ V. sur le sujet, donnant une présentation générale des métavers, avant d'aborder un angle plus spécialisé, T. BONNEAU, « Métavers et services financiers », *RDBF*, 2022, n° 4, p. 1-4 ; A. FAVREAU, « Métavers et propriété intellectuelle », *Propriété industrielle*, 2022, n° 6, p. 9-19.

⁹² C. LARROUMET et A. AYNES, *Introduction à l'étude du droit*, 6^e éd., Economica, 2013, n° 7 ; G. CORNU, *Droit civil : introduction, les personnes, les biens*, 11^e éd., Montchrestien, 2003, n° 3 ; F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Introduction à l'étude du droit*, 12^e éd., Montchrestien, 2000, n° 3.

⁹³ P. MALAURIE et P. MORVAN, *Introduction au droit*, 9^e éd., LGDJ, 2022, n° 5.

⁹⁴ Il subsiste tout de même des mécanismes reconnus par le droit qui réalisent une forme de justice privée, tels que le droit de rétention et l'exception d'inexécution en droit civil.

⁹⁵ V. en ce sens, M. MEKKI, « If code is law, then code is justice ? Droits et algorithmes », *Gaz. Pal.*, 27 juin 2016, p. 10 ; *contra*, affirmant que sans le consentement des forces vives de la communauté blockchain, aucune soumission au droit n'aura vraiment lieu, S. DE CHARENTENAY, « Blockchain et droit : Code is deeply law », *Gaz. Pal.*, 14 nov. 2017, p. 15. L'auteur affirme plutôt que « la blockchain ne se soumettra pas au droit » et qu'au contraire, « la blockchain sera le droit ».

et au droit à l'aide de la technologie. Il faut revenir aux origines de la blockchain pour comprendre un tel argument.

18. Les fondements de la blockchain : le rejet libertarien des institutions et du droit.

La blockchain trouve ses origines dans le mouvement libertarien⁹⁶ né aux États-Unis dans les années 1980, dont les membres s'appelaient entre eux les « *cyberpunks* »⁹⁷ et prônaient un rejet de l'État et de toute institution centralisatrice. Les *cyberpunks* peuvent être définis comme des activistes défendant la vie privée (*privacy*) numérique⁹⁸ contre les intrusions non voulues en ligne, à l'heure d'un renforcement de la surveillance étatique dans les années 1990. Il s'agit d'un groupe formé au départ par Eric Hughes, Timothy May et John Gilmore⁹⁹, dont les premiers écrits connus remontent à 1988, avec le célèbre Manifeste crypto-anarchiste de Timothy May¹⁰⁰.

Les écrits de Timothy May permettent de résumer simplement les idées soutenues par les *cyberpunks*, qui défendent l'avènement d'une crypto-anarchie grâce à internet :

⁹⁶ Libertarien ou libertaire ? Dans les dictionnaires français, on ne trouve que le terme de « libertaire », inventé au XIX^e siècle et qui signifie « Qui tient pour idéale une société où n'existeraient aucune loi ni aucun pouvoir constitué, où aucun frein ne serait mis à la liberté individuelle. *Les anarchistes se réclament d'une doctrine libertaire.* » selon la 9^e édition du Dictionnaire de l'Académie Française (<http://www.dictionnaire-academie.fr>). Le terme anglo-saxon « *libertarian* » est un néologisme né à la fin du XX^e siècle aux États-Unis, associés aux libéraux (à tendance anarchiste au départ, puis plus largement ensuite) qui défendent la liberté individuelle comme valeur fondamentale et assignent un rôle très réduit aux États pour protéger la liberté individuelle, tandis que les libertaires sont plutôt des anarcho-communistes, anti-capitalistes collectivistes et surtout tournés vers la liberté des mœurs. V. sur le sujet : M. MASSE, « Libertin, Libertaire, Libertarien », *Le Québécois Libre*, décembre 1999, p. 2 ; P. FABRY, « Libéral, libertaire ou libertarien ? Ping-pong linguistique et foire d'empoigne sémantique », sur *Historionomie*, 9 avril 2015 (en ligne : <http://historionomie.canalblog.com/archives/2015/04/09/31865630.html>).

⁹⁷ Pourquoi l'appellation « *cyberpunks* » ? Le terme a été conçu pour découvrir ce groupe, à partir d'un jeu de mots entre le genre « *cyberpunk* » (sous-genre de la science-fiction apparenté à la dystopie, mettant souvent en scène un futur proche avec une société technologiquement avancée, apparu dans les années 1980) et l'écriture britannique de « *cipher* » (chiffrer, coder) en « *cypher* ».

⁹⁸ N. POPPER, « Decoding the Enigma of Satoshi Nakamoto and the Birth of Bitcoin - The New York Times », sur *The New York Times*, 15 mai 2015 (en ligne : <https://www.nytimes.com/2015/05/17/business/decoding-the-enigma-of-satoshi-nakamoto-and-the-birth-of-bitcoin.html>).

⁹⁹ Sur la formation du groupe, v. T. MAY, « Crypto Anarchy and Virtual Communities », sur *Satoshi Nakamoto Institute*, 1994 (en ligne : <https://nakamotoinstitute.org/virtual-communities/>). L'auteur explique que très rapidement, des échanges se sont mis en place par courriers électroniques entre les membres d'une liste de diffusion. Cette liste est alors ouverte à toute personne souhaitant adhérer au groupe. Tim May prévient : en cas d'inscription, « attendez-vous à recevoir au moins 50 messages par jour. À peu près 600 personnes venant de nombreux pays sont inscrites sur cette liste ».

¹⁰⁰ T. MAY, « The Crypto Anarchist Manifesto », sur *Activism.net*, 22 novembre 1992 (en ligne : <https://activism.net/cyberpunk/crypto-anarchy.html>). L'auteur a publié ce texte en 1992 mais indique que le texte remonte à l'été 1988, date à laquelle il avait déjà été distribué à certains « techno-anarchistes » nourrissant les mêmes idées. Plusieurs autres écrits fondateurs peuvent être trouvés sur ce site internet, comme « *Libertaria in Cyberspace* » (1^{er} septembre 1992) de Timothy May, ou encore E. HUGHES, « A Cyberpunk's Manifesto », sur *Activism.net*, 9 mars 1993 (en ligne : <https://activism.net/cyberpunk/manifesto.html>).

«*The Net is an anarchy. This truism is the core of crypto anarchy. No central control, no ruler, no leader (except by example, reputation), no "laws." No single nation controls the Net, no administrative body sets policy.* »¹⁰¹

Les libertariens entendent se passer de tout contrôle étatique ou institutionnel, grâce aux possibilités offertes par internet et le cyberspace. Selon eux, le cyberspace est l'endroit qui permet la réalisation de l'anti-capitalisme, en transcendant les frontières et en libérant les individus pour qu'ils puissent mener à bien les transactions qu'ils souhaitent conclure¹⁰². Pour Timothy May, les contemporains des *cypherpunks* se trouvent à un embranchement crucial, entre surveillance et liberté, entre vie privée et respect du droit¹⁰³. L'outil désigné pour satisfaire ces velléités libertariennes est la cryptographie, qui permet d'être anonyme dans un espace ouvert, le cyberspace, et ainsi d'accroître la liberté personnelle. L'objectif ultime est de parvenir à la création d'une monnaie virtuelle afin de libérer et d'anonymiser jusqu'aux échanges économiques¹⁰⁴. C'est ce que réalisera, quelques décennies plus tard, un certain *Satoshi Nakamoto*, en mettant en place la blockchain bitcoin¹⁰⁵.

19. Vers le rejet en bloc du droit : « Code is law » ? Le rejet anarchiste des institutions et des gouvernements s'accompagne en toute logique d'un rejet du droit. Grâce au code informatique qui permet de structurer les protocoles et les programmes dans le cyberspace, les *cypherpunks* prônent leur non-assujettissement au droit¹⁰⁶. La publication par M. Lessig, juriste américain, d'un article intitulé « *Code is law* »¹⁰⁷ en 2000 et son interprétation à l'extrême contribuent alors à nourrir ce mythe de la soustraction de la sphère informatique au droit.

Selon M. Lessig, il existe à chaque époque une potentielle institution régulatrice qui représente une menace pour les libertés. Le paradoxe à l'époque du cyberspace est de ne pas percevoir la régulation qui existe, ni la menace pour les libertés que représente cette régulation.

¹⁰¹ T. MAY, « Crypto Anarchy and Virtual Communities », *op. cit.* Nous traduisons : « Le Net est une anarchie ». Ce truisme est le cœur de la crypto-anarchie. Pas de contrôle central, pas de dirigeant, pas de chef (sauf par exception, par réputation), pas de « droit ». Aucune nation ne contrôle le Net, aucune administration n'en donne une politique.

¹⁰² *Id.*

¹⁰³ T. MAY, « The Cyphernomicon: Cypherpunks FAQ and More, Version 0.666 », sur *Satoshi Nakamoto Institute*, 10 septembre 1994 (en ligne : <https://nakamotoinstitute.org/static/docs/cyphernomicon.txt>). Ce texte est en réalité une foire aux questions sur les *cypherpunks* rédigée en 1994, reprenant les questions fréquemment posées sur le mouvement, les membres, la cryptographie, etc.

¹⁰⁴ Les *cypherpunks* cherchent à faire naître des « banques suisses du cyberspace » pouvant échapper aux régulations et lois locales. V. T. MAY, « Crypto Anarchy and Virtual Communities », *op. cit.*

¹⁰⁵ Sur le contexte détaillé de l'invention de la première blockchain, v. *infra*, §53.

¹⁰⁶ La controverse « Déclaration d'indépendance du web » est une illustration de cette volonté d'échapper au droit. V. J. P. BARLOW, « A declaration of the Independence of Cyberspace », 8 février 1996 (en ligne : <https://www.eff.org/cyberspace-independence>) et la présentation de ce texte par E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 1.

¹⁰⁷ L. LESSIG, « Code Is Law - On Liberty in Cyberspace », *Harvard Magazine*, 1^{er} janvier 2000 (en ligne : <https://harvardmagazine.com/2000/01/code-is-law-html>).

En effet, dans le cyberspace, en l'absence d'institution étatique, le régulateur est le code informatique¹⁰⁸. À l'inverse des lois classiques, cette régulation technologique est moins perceptible et n'a pas été initiée par un législateur démocratique. Or, explique M. Lessig en 2000, cette régulation est en train de changer¹⁰⁹ et le cyberspace va évoluer d'un endroit protecteur de l'anonymat, de la liberté d'expression et de l'autonomie des individus, vers un endroit qui rend l'anonymat plus difficile, l'expression moins libre et réduit l'autonomie des individus aux seuls experts du code informatique. En tout état de cause, conclut M. Lessig, le code informatique fait « loi » puisqu'il régule le cyberspace, faute de toute autre réglementation. On peut d'ailleurs relever combien aujourd'hui « le code (privé) devient la loi », dans le secteur des géants du numérique, qui sont « de facteur des régulateurs privés qui organisent, réglementent, incitent et sanctionnent les participants de leurs plateformes ou de leur écosystème »¹¹⁰ : M. Lessig avait vu juste.

Une interprétation poussée à l'extrême de « *Code is law* » a été développée, selon laquelle le code fait loi et s'impose à tous au point de remplacer toute norme juridique. Le code informatique serait la règle unique entre les utilisateurs et il ne serait pas possible de modifier le code, même en cas d'erreur. Cette croyance se retrouve aux débuts de la blockchain¹¹¹. Ainsi, « en termes de régulation, la blockchain est souvent vue comme une technologie capable d'échapper aux règles de droit en vigueur et à la domination des États »¹¹², conformément à la logique libertarienne¹¹³.

¹⁰⁸ M. Lessig explique clairement que le code (c'est-à-dire l'architecture du cyberspace) définit les conditions dans lesquelles la vie du cyberspace est vécue. Le code détermine les conditions pour protéger la vie privée, pour censurer l'expression, pour rendre l'information accessible à tous ou au contraire la sécuriser, etc. V. aussi les explications très éclairantes de M. Netter qui, s'appuyant sur les propos de M. Lessig dans la seconde édition de *Code is law*, illustre parfaitement « la normativité numérique », c'est-à-dire la façon dont le code permet de structurer le monde informatique et y fait office de loi ; par exemple, dans un jeu vidéo, le code définit les actions que peut effectuer un personnage, ou bien les propriétés d'une chose, etc. L'auteur explique dans cette perspective comment un changement dans le code permet de modifier l'issue du jeu (E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, op. cit., n^{os} 19-20).

¹⁰⁹ Il faut donc s'intéresser au sens de la régulation qui y est appliquée et aux auteurs de cette régulation. V. sur ce point, J. GOLDSMITH et T. WU, *Who Controls the Internet?: Illusions of a Borderless World*, Oxford University Press, 2006. Les auteurs soulignent que les années 2000 ont montré que les gouvernements pouvaient très bien développer des techniques leur permettant de contrôler les communications sur Internet et de faire respecter leurs lois en imposant des sanctions au sein de leurs frontières.

¹¹⁰ J. TOLEDANO, *GAFAs : reprenons le pouvoir!*, Odile Jacob, 2020, p. 79. L'auteur exprime dans l'ouvrage combien cette suprématie des plateformes a entraîné des pratiques anticoncurrentielles, pourtant très rarement sanctionnées. Le pouvoir de fait, par le code informatique, est très difficile à combattre, d'autant plus qu'aucune transparence n'existe sur ces algorithmes employés par les GAFAs et qui évoluent en permanence, rendant très difficile la preuve de manquements. L'auteur fait d'ailleurs le lien avec les écrits de Lessig : « Les questions autour des algorithmes, de leur (non-)neutralité comme de leur (non)transparence, trouvent une réponse de fond dans la fameuse phrase du juriste américain renommé Lawrence Lessig « le code fait loi » (*code is law*). On a envie d'ajouter, sans trahir l'auteur, « pour le meilleur et pour le pire » » (p. 81).

¹¹¹ H. DE VAUPLANE, « La blockchain défiera-t-elle la règle ? », *RDBF*, 2016, n^o 6, p. 115-116 ; D. LEGAIS, « L'apport de la Blockchain au droit bancaire », *RDBF*, 2017, n^o 1, p. 5, n^o 55 : « Ce slogan repris d'Internet est présenté comme la voûte du système. Le recours à la blockchain permettrait de construire un environnement avec ses propres règles ».

¹¹² É. A. CAPRIOLI, « La blockchain ou la confiance dans une technologie », *JCP G*, 2016, p. 672.

¹¹³ V. en ce sens, *Blockchain, au défi de la confiance*, op. cit., p. 16. On peut noter que, déjà en 1979, Carbonnier expliquait dans son *Essais sur les lois* que, chez les anarchistes libertaires (idéologie proche des libertariens, du moins

Si ce mouvement de rejet du droit fait écho à l'hypothèse du non-droit¹¹⁴, il s'en distingue toutefois dès lors que ce n'est pas le droit qui se désintéresse de la sphère de la blockchain – au contraire, le droit cherche à réglementer certaines utilisations de la blockchain – mais cette sphère qui tente de s'émanciper du droit en créant un espace d'autonomie. Le rejet provient donc de l'objet à réguler et non du droit lui-même. Si l'on veut y voir une abstention du droit, celle-ci n'est que temporaire face à la nouveauté. Le phénomène observé est donc non pas celui d'un désintérêt du droit mais plutôt une recherche d'autonomie de la blockchain par rapport au droit, qui s'illustre particulièrement dans le recours aux smart contracts.

20. L'autonomie illimitée des smart contracts et de la blockchain ? L'autonomie est au cœur du fonctionnement même des smart contracts. Une fois le smart contract déployé sur la blockchain, il se suffit à lui-même¹¹⁵. Le code informatique dicte les différentes actions que le smart contract pourra entreprendre et ce sont les seules règles qu'il convient de respecter. En tant que programme informatique, il est exécuté sans qu'il soit besoin de se référer à des règles extérieures, en particulier au droit. Le respect des règles juridiques serait inutile puisque, quoi qu'il arrive, le programme s'exécutera¹¹⁶. Cette vision de l'autonomie des smart contracts par rapport au droit est parfois poussée à son paroxysme.

Pour certains, l'autonomie des smart contracts s'illustre jusque dans le mode de résolution des éventuels litiges qui naîtraient de leur utilisation. C'est ainsi que des propositions de résolution des différends propres et internes à la blockchain ont été formulées, voire déjà mises en place¹¹⁷. D'autres vont jusqu'à imaginer l'intégration dans le smart contract des

dans le rejet des institutions établies), « dans le refus de l'État, il entre nécessairement un refus de la loi ». Il rappelait ainsi que, « au substantif *liberté*, répondent deux épithètes : *libertaire* et *libéral*. C'est plus qu'une différence de degré : c'est l'antithèse de la passion et de la raison dans le vouloir-être-libre ; de la haine et de la méfiance dans l'attitude envers la loi » (J. CARBONNIER, *Essais sur les lois*, Répertoire du notariat Defrénois, 1979, p. 289).

¹¹⁴ Le non-droit est « l'absence du droit dans un certain nombre de rapports humains où le droit aurait eu vocation théorique à être présent » (J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, 7^e éd., LGDJ, 1992, Première Partie « Droit et non-droit », Ch. 2 « L'hypothèse du non-droit »). Mais l'hypothèse de non-droit recouvre des cas où le droit s'est retiré ou s'abstient (F. TERRE, « Postface, Le droit face à la science », in *Science, éthique et droit*, N. Le Douarin et C. Puigelier (dir.), Jacob, 2007, p. 358 : « le juridique s'abstient d'intervenir là où il le pourrait et même se retire de terres sur lesquelles il a tout d'abord étendu son empire » ; J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, *op. cit.*, p. 32 : « le droit s'est retiré d'un espace où il avait vocation à être présent »). L'hypothèse n'est donc pas la même pour la blockchain, car la volonté de ses utilisateurs de rejeter le droit ne saurait empêcher le droit de réglementer l'utilisation de cet outil.

¹¹⁵ V. B. JEAN et P. DE FILIPPI, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *Conseils et Entreprises, Revue de l'ACE*, 2016, n° 137, p. 40-41 : « Une fois rédigés et mis à disposition sous le format idoine, les Smart Contracts (...) vont ensuite « vivre leur propre vie ». Sur le fonctionnement des smart contracts, v. *infra*, §95 s.

¹¹⁶ Serait-ce l'expression d'une certaine légalité numérique, qui vient en concurrence de la légalité juridique, selon MM. Garapon et Lassègue ? (A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Le numérique contre le politique*, *op. cit.*).

¹¹⁷ V. sur le sujet, W. A. KAAL et C. CALCATERRA, « Crypto Transaction Dispute Resolution », 2017 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=2992962>) ; K. M. KREIS FALCO, « Smart Contracts and Dispute Resolution – A Chance to Raise Efficiency? », *ASA Bulletin*, Kluwer Law International, 2019, p. 336-357 (en ligne : <http://www.kluwerlawonline.com/api/Product/RenderPDF?file=Journals\ASAB\ASAB2019031.pdf>). L'exemple le plus fonctionnel à ce jour est celui de Kleros (<https://kleros.io>) et le livre blanc pour les explications :

normes applicables et des règles propres à la blockchain, ce qui en ferait alors, suivant la théorie de Gény, un ordre normatif concurrent du droit¹¹⁸, nourrissant ainsi un certain pluralisme juridique, poussant à un degré supérieur cette hypothèse de Carbonnier¹¹⁹. Ce serait tout un nouvel ensemble de règles qui pourrait voir le jour, appelé « *Lex Cryptographia* »¹²⁰. Cette hypothèse n'est pas sans faire écho à celle des contrats d'affaires, véritables îlots normatifs autonomes limités grâce à un arsenal très développé de clauses ayant vocation à « prévoir toutes les modalités imaginables » de l'avenir du contrat¹²¹. Dans cette perspective, les smart contracts permettraient l'application automatique de cette réglementation privée et ouvriraient la voie à une résolution automatique des différends programmée par anticipation, par exemple sur le modèle de l'arbitrage par les pairs proposé par Kleros.

En réalité, cette vision, à certains égards effrayante, est loin de refléter la réalité, en raison des limites à l'autonomie de la blockchain et des smart contracts. Le code informatique

https://kleros.io/static/whitepaper_en-8bd3a0480b45c39899787e17049ded26.pdf). Cette initiative française a mis en place un protocole de résolution des litiges en ligne *open source* qui utilise la blockchain et le *crowdsourcing* (recours à la communauté d'utilisateurs) pour régler équitablement les litiges. Le système repose sur des incitations économiques pour pousser les arbitres à rendre la bonne décision. La solution est ensuite automatiquement exécutée grâce à un smart contract programmé en amont. La plateforme annonce plus de 1200 litiges résolus depuis son lancement en juillet 2018 et compte entre 700 et 800 arbitres actifs.

¹¹⁸ F. GENY, *Science et technique en droit privé positif : nouvelle contribution à la critique de la méthode juridique. T. I Première partie. Introduction Position actuelle du problème du droit positif et éléments de sa solution*, Paris (France), Sirey, 1914, n° 16.

¹¹⁹ Carbonnier évoque l'hypothèse du pluralisme juridique, en se fondant sur les travaux de Gurvitch, qui a permis de remettre en cause le monisme juridique (J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, op. cit., p. 18 s.) : « Gurvitch observe, dans les sociétés industrielles, d'innombrables centres générateurs de droit, d'innombrables foyers autonomes de droit, qui viennent rivaliser avec le foyer proprement étatique » ; « ainsi, à l'intérieur des syndicats, des associations, des sociétés anonymes, il se crée du droit ». « Semblablement, les églises, les services publics, les établissements décentralisés peuvent avoir leurs droits particuliers qui sont des droits infraétatiques. Et, au-dessus de l'État, certaines organisations internationales (aujourd'hui l'ONU, l'Union européenne) émettent aussi des règles de droit qui auront vocation à s'appliquer sur les différents territoires nationaux en concurrence avec les droits étatiques ». Selon Carbonnier, la conséquence des phénomènes de pluralisme juridique est que « le droit étatique devra subir la concurrence d'ordres juridiques indépendants de lui » (p. 19-20). Cette hypothèse du pluralisme juridique pourrait alors nourrir l'idée d'un système de règles propres à la blockchain, un véritable ordre normatif concurrent des droits étatiques. Il faut d'ailleurs souligner, comme le démontre M. Libchaber, qu'un ordre juridique n'est pas nécessairement étatique ; en revanche, pour constituer un ordre juridique, il faut rassembler quatre éléments essentiels : des sujets de droit, une charte organisatrice, une instance de commandement et une instance d'apaisement des conflits (R. LIBCHABER, *L'ordre juridique et le discours du droit : essai sur les limites de la connaissance du droit*, LGDJ, 2013, p. 147 s.).

¹²⁰ Cette idée est développée par deux auteurs, autour du concept de *lex cryptographia* (ou *cryptographica*), en écho à la *lex mercatoria* : A. WRIGHT et P. DE FILIPPI, « Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia », 2015 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=2580664>) ; P. DE FILIPPI et A. WRIGHT, *Blockchain and the law: the rule of code*, Harvard University Press, 2018. Selon ces auteurs, la blockchain mènera à la création d'un nouveau droit dont les règles pourraient être appliquées grâce à des smart contracts et des organisations autonomes décentralisées. Ils imaginent même que les blockchains permettraient aux personnes de construire leurs propres systèmes de règles, appliqués sur la blockchain choisie. Selon eux, ces systèmes pourraient alors créer un ordre sans droit et mettre en application une forme de réglementation privée qu'ils nomment *lex cryptographia*. V. aussi, reprenant cette idée, S. DE CHARENTENAY, « Blockchain et droit : Code is deeply law », op. cit.

¹²¹ M. Libchaber a récemment adopté une conception encore plus large de l'ordre juridique (R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, op. cit.), affirmant qu'un contrat peut être conçu comme un ordre juridique limité, grâce à un arsenal de clauses très développé, les clauses produisant un effet normatif lorsque les conditions en sont réunies (n^{os} 63-64).

n'est en effet pas infaillible et nombreux sont les imprévus qui peuvent nécessiter le recours au droit et au juge.

21. L'affaire The DAO¹²² et la limite de la suprématie du code. Un exemple souvent cité¹²³ permet d'illustrer les limites de la vision idéalisée de l'autonomie du code informatique et du rejet du droit. En mai 2016, une organisation autonome décentralisée (*decentralized autonomous organisation* ou DAO), appelée « The DAO » a été lancée afin de lever des fonds sur la blockchain Ethereum. L'équivalent de 160 millions de dollars ont ainsi été récoltés très rapidement. C'est alors que, en raison d'une faille dans le code informatique constituant l'architecture de The DAO, un pirate informatique (*hacker*) a réussi à capter 3,6 millions d'ethers, la crypto-monnaie de la blockchain Ethereum (l'équivalent de 50 millions de dollars américains à l'époque).

Or, le *hacker* avait exploité une erreur dans le code informatique pour dévoyer cette somme colossale. Un débat a divisé les membres de la communauté de The DAO, et plus largement de la blockchain Ethereum, pour savoir comment réagir face à cette attaque. Le dilemme, qui a tourné en conflit idéologique, était le suivant : intervenir dans le code informatique et le modifier pour rétablir la justice et rendre les sommes volées ou respecter le principe de l'immutabilité du code et la force de loi du code informatique. Seuls 10% des membres de la communauté ont maintenu leur position puriste et absolutiste et n'ont pas voulu participer au consensus des 90% autres membres. Ce schisme a conduit à une scission du réseau et il existe aujourd'hui deux blockchains Ethereum. La blockchain initiale comporte l'historique du vol des 3,6 millions d'ethers, tandis que la nouvelle blockchain l'a effacé, en reprenant la chaîne de blocs à partir du dernier bloc précédant ce piratage. Cet exemple témoigne de la relativité de l'autonomie et de l'immutabilité du code informatique, qui n'est qu'une norme comme une autre et peut être modifiée par ses créateurs¹²⁴.

¹²² V. sur le sujet, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 350-351 ; N. POPPER, « A Hacking of More Than \$50 Million Dashes Hopes in the World of Virtual Currency », sur *The New York Times*, 17 juin 2016 (en ligne : <https://www.nytimes.com/2016/06/18/business/dealbook/hacker-may-have-removed-more-than-50-million-from-experimental-cybercurrency-project.html>).

¹²³ V. par ex. T. VERBIEST, « Technologies de registre distribué (blockchain) : premières pistes de régulation », *RLDI*, 2016, n° 129, p. 52 ; *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.* ; *Blockchain, au défi de la confiance*, *op. cit.*, p. 18.

¹²⁴ V. également, sur la normativité du code et le pouvoir de modification par ses créateurs, E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 19. Le propos est illustré en se fondant sur le jeu vidéo *Second Life*, où les joueurs peuvent modifier certaines fonctions du programme pour altérer le cours du jeu.

22. La nécessaire soumission de la blockchain au droit. En définitive, il n'est pas raisonnable de penser pouvoir faire échapper la blockchain et ses applications au droit¹²⁵. La blockchain existe dans un monde gouverné par le droit. Dès le moment où les cours des cryptoactifs ont pris leur envol, le droit s'est intéressé à la question et a prévu des taxes pour les plus-values réalisées et un contrôle des plateformes d'échange¹²⁶ ; lorsque des levées de fonds en cryptoactifs (*ICO*) représentant des montants prodigieux en dollars ou en euros ont été réalisées, et parmi elles une proportion tout aussi impressionnante d'escroqueries, les régulateurs financiers se sont empressés d'intervenir pour tenter d'encadrer ces pratiques¹²⁷. La blockchain est donc, dans ses applications, soumise au droit. Le code informatique, qui structure la blockchain, ne peut remplacer la loi¹²⁸.

L'utopie libertarienne de rejet du droit ne vaut que pour ceux qui en sont intimement convaincus¹²⁹. Dès lors qu'une contestation surgit, dans le monde « fiat » comme dans le monde « crypto », le réflexe est de recourir au droit, c'est-à-dire à des règles extérieures aux parties, le plus souvent déterminées par une autorité centralisatrice tierce, l'État. Les utilisateurs de la blockchain pourront évidemment choisir de soumettre leur litige à un juge – ou à un arbitre.

Il apparaît que le droit a toujours vocation à prendre le relais de la technologie lorsqu'il s'agit de répondre à des dysfonctionnements et de résoudre des litiges. La soumission de la blockchain et des smart contracts au droit ne fait pas de doute. Il est alors possible d'envisager une étude sur l'appréhension des smart contracts par le droit des contrats.

23. L'intérêt réel d'une étude consacrée aux smart contracts comme outil au service des contrats. Problématique de l'étude. Alors que le contrat conclu par voie électronique a transformé notre façon de conclure des contrats au quotidien, le smart contract pourrait apporter une nouvelle pierre à l'édifice en révolutionnant à la fois l'exécution des contrats et leur support, entièrement informatique. Peut-être même pourrait-il changer la conclusion des contrats, de façon bien plus innovante que le recours à la simple voie électronique bien connue. Des questions innombrables se posent, à l'idée d'utiliser des smart contracts pour conclure et

¹²⁵ V. dans le même sens, M. MEKKI, « If code is law, then code is justice ? Droits et algorithmes », *op. cit.* : « sans être panjuriste, un processus informatique qui prétend être un outil financier, économique ou administratif ne peut avoir d'existence en dehors du droit ».

¹²⁶ T. VERBIEST, « Technologies de registre distribué (blockchain) : premières pistes de régulation », *op. cit.* et v. *supra*, §7.

¹²⁷ V. *supra*, §7.

¹²⁸ C'est exactement la même réflexion qui est menée au sujet de la légalité numérique : cette légalité numérique est « condamnée à rester immature et inaboutie car si elle a pour effet d'assécher l'espace de la légalité, de le dévitaliser, elle ne peut se substituer à lui » (A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Le numérique contre le politique*, *op. cit.*, p. 43-44).

¹²⁹ V. S. DE CHARENTENAY, « Blockchain et droit : Code is deeply law », *op. cit.* : l'auteur estime qu'il serait possible que l'écosystème de la blockchain accepte la nécessité d'un régime juridique, se pliant alors aux « exigences du « vieux » droit », mais que sans le consentement des forces vives de la communauté blockchain, aucune soumission au droit n'aura vraiment lieu.

exécuter des contrats : le consentement exprimé sur une blockchain serait-il valable ? Peut-on consentir à un contrat en langue informatique ? Un contrat exécuté automatiquement sur une blockchain peut-il être adapté aux circonstances extérieures et imprévues ? Le smart contract peut-il être arrêté ou son exécution est-elle toujours irrésistible ? Quelles sont les failles envisageables ? Que faire en cas de dysfonctionnement ? En cas d'exécution erronée ? Quelle responsabilité retenir en ce cas ? Comment identifier les parties à un smart contract, alors qu'elles sont cachées derrière un pseudonyme cryptographique ? Quel est le champ d'application de ces instruments ? Le juge peut-il intervenir efficacement, lorsque le droit des contrats l'y autorise, afin de modifier ou d'anéantir le contrat exécuté par un smart contract ?

Avant même que la réalité pratique que représentent les smart contracts soit saisie par les sources du droit (textes, jurisprudence), une étude générale des questions juridiques qu'ils soulèvent est indispensable et du plus haut intérêt, pour déterminer la possibilité même d'une utilisation contractuelle des smart contracts, et l'adéquation du droit positif ou la nécessité de le réformer. Les résultats de l'étude permettront de délivrer un message en faveur de cette utilisation des smart contracts, ou au contraire de formuler un avertissement à l'encontre d'une telle utilisation, selon la possibilité pour cet outil de respecter les droits des parties et selon l'adaptation envisageable du droit des contrats.

Il est désormais temps de préciser le cadre dans lequel la recherche a été entreprise.

II. Le cadre de la recherche

24. Entreprendre l'étude d'une innovation technologique récente, de moins de dix ans, a nécessité de préciser doublement le cadre de la recherche. D'une part, il a fallu se demander si, et éventuellement comment, les smart contracts étaient entrés dans les droits positifs français et étrangers, et surtout s'il était déjà temps pour le droit d'appréhender cet outil innovant (A). D'autre part, il a été nécessaire de choisir une méthode adaptée à l'objet de la recherche à la problématique retenue, à savoir l'appréhension des smart contracts par le droit des contrats (B).

A. La confrontation des smart contracts aux droits positifs

25. Panorama des droits positifs. La nouveauté de l'objet d'étude et son détachement de toute sphère étatique a conduit à se demander si certaines législations avaient reconnu juridiquement les smart contracts, leur conférant un rôle en droit des contrats. L'étude de différents droits positifs (France, Etats-Unis, Union européenne, dont l'Italie et Monaco, et le

Royaume-Uni) a été menée afin de déceler si d'éventuelles avancées dans d'autres États pouvaient nourrir la présente étude.

À ce jour toutefois, le droit positif, qu'il s'agisse du droit français ou de la plupart des droits étrangers, n'a que très peu évolué pour s'adapter aux innovations liées aux blockchains. Rares sont les systèmes juridiques ayant adopté des textes ou même entrepris des démarches de réflexion quant à l'adaptation de leur droit aux smart contracts, l'essentiel des initiatives en lien avec la blockchain se limitant pour l'instant à encadrer plus ou moins libéralement les actifs numériques et les plateformes d'échange¹³⁰.

26. L'inertie du droit français face à l'émergence des smart contracts. Le droit français en est l'exemple. La France n'a pour l'instant entamé aucune démarche de reconnaissance légale des smart contracts, se concentrant exclusivement sur les activités portant sur des actifs numériques, qu'il s'agisse de réglementer les *ICO* ou les prestataires sur actifs numériques et autres plateformes¹³¹. Tout au plus peut-on mentionner le vocabulaire des actifs numériques publié par la Commission d'enrichissement de la langue française au Journal officiel du 15 janvier 2021, qui propose de traduire « smart contracts » par l'expression « automate exécuteur de clauses » et les cantonne au domaine de l'assurance et de l'informatique¹³² :

automate exécuteur de clauses

Domaine : ASSURANCE-INFORMATIQUE/Internet.

Définition : Protocole informatique qui exécute des clauses préalablement définies, dont certaines peuvent être conditionnées par des événements susceptibles de se produire.

Note :

¹³⁰ V. le panorama dressé par S. BLEMUS, « Law and Blockchain: A Legal Perspective on Current Regulatory Trends Worldwide », *RTDF*, 2017, n° 4, p.1, les législations rapidement évoquées dans le rapport LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n°s 1.16-1.17 ou encore le projet en ligne <https://neo-project.github.io/global-blockchain-compliance-hub/> visant à recenser les législations nationales ayant pris position ou adopté des textes relatifs à la blockchain et aux smart contracts.

¹³¹ V. *supra*, §7 et tout l'encadrement des « prestataires de services sur actifs numériques » ou PSAN prévu par la loi PACTE. Les actifs numériques sont aujourd'hui définis à l'article L.54-10-1 du code monétaire et financier, dans le cadre de la réglementation des PSAN.

¹³² COMMISSION D'ENRICHISSEMENT DE LA LANGUE FRANÇAISE, « Vocabulaire des actifs numériques (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », *op. cit.* Ce lexique est toutefois seulement une recommandation. Les éléments indiqués dans le paragraphe « Note » sont purement descriptifs et ne sauraient revêtir aucune valeur normative.

1. Un contrat formel n'est pas toujours établi pour mettre en place un automate exécuter de clauses.
 2. Un automate exécuter de clauses peut, par exemple, déclencher l'indemnisation automatique d'un assuré dont l'avion aurait pris du retard.
 3. Un automate exécuter de clauses utilise généralement un dispositif d'enregistrement électronique partagé.
 4. On trouve aussi, dans le langage professionnel, le terme « contrat intelligent », qui est déconseillé.
- Voir aussi* : dispositif d'enregistrement électronique partagé. *Équivalent étranger* : smart contract.

Par ailleurs, le rapport d'information sur les chaînes de blocs déposé à l'Assemblée nationale en décembre 2018¹³³ a présenté une rapide analyse des smart contracts fondée sur de simples auditions de représentants du ministère de la Justice¹³⁴. Le rapport en conclut que « l'essentiel des principes du droit des contrats pourrait régir les obligations contractées dans le cadre de la mise en œuvre d'un protocole fondé sur la technologie des blockchains » et « qu'il n'existe pas de vide juridique dans l'application du droit des contrats »¹³⁵. L'analyse de fond reste à mener. Il en est de même dans la plupart des législations étrangères.

27. L'attitude des autres législations face aux smart contracts. Aux Etats-Unis, dans l'Union européenne et au Royaume-Uni, il est possible de recenser certaines prises de position sur la blockchain et les smart contracts. Mais la plupart du temps, les textes adoptés ou publiés sont purement déclaratifs, témoignant d'une attitude de prudence.

28. Des textes souvent déclaratifs aux Etats-Unis. La plupart des États américains qui ont adopté des textes sur la blockchain se sont le plus souvent cantonnés à définir la blockchain ; certains vont parfois jusqu'à reconnaître sa valeur légale ou à affirmer l'absence d'obstacle à

¹³³ *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains), op. cit.*

¹³⁴ *Ibid.*, p. 12.

¹³⁵ *Ibid.*, p. 87-88.

son utilisation¹³⁶. Mais ces législations ne présentent dans l'ensemble guère d'intérêt¹³⁷. Certains États ont certes adopté des textes mentionnant spécifiquement les smart contracts, le plus souvent en se contentant de les définir, hélas sans uniformité. Certains textes affirment également que l'utilisation des smart contracts ne devrait pas conduire à priver un contrat de sa valeur juridique¹³⁸, mais sans apporter d'autre précision. Il n'existe à ce jour pas de généralisation de la démarche adoptée par certains États américains, ce qui ajoute davantage au flou que représente la notion de smart contracts. Le seul consensus repose sur l'idée que les législations en vigueur ne s'opposent pas à l'utilisation des smart contracts. Dans l'ensemble, ces textes s'apparentent davantage à une communication afin de créer un contexte favorable à l'installation d'activités en lien avec la blockchain et les smart contracts. L'Union européenne est plus attentiste encore.

29. L'Union Européenne, attentiste. Quant à l'Union Européenne, la page reste à écrire. L'heure est à une réglementation stricte du marché des actifs numériques¹³⁹. Les autres

¹³⁶ V. S. BLEMUS, « Law and Blockchain », *op. cit.* ; C. R. YOUNG, « A Lawyer's Divorce: Will Decentralized Ledgers and Smart Contracts Succeed In Cutting Out the Middleman? », *Washington University Law Review*, vol. 96, 2018, p. 649-679. Les États concernés sont notamment, pour en citer quelques-uns, l'Arizona (Arizona House Bill 2417, 29 mars 2017, qui reconnaît et définit la blockchain), le Nevada (Nevada Senate Bill 398, 5 juin 2017, qui définit et reconnaît la validité légale de la blockchain), le Delaware (Delaware Senate Bill 69, 21 juillet 2017, afin de favoriser les utilisations de la blockchain par les sociétés). V. également M. N. TEMTE, « Blockchain Challenges Traditional Contract Law: Just How Smart Are Smart Contracts? », *Wyoming Law Review*, vol. 19, n° 1, 2019, p. 87-120, qui présente en détail les cinq *Bills* passés par l'État du Wyoming en 2018 grâce à l'initiative d'une « *Blockchain Task Force* », s'intéressant surtout aux actifs numériques. Un projet proposait de définir les smart contracts et de leur reconnaître juridiquement mais a été mis de côté, eu égard aux importantes questions restant à résoudre (n°s 112-115). Il semble que depuis 2018, aucune nouvelle législation n'ait été passée dans d'autres États américains, de nombreux projets étant en pause, à l'exception notable du *Blockchain Technology Act* passé par l'Illinois en janvier 2020. En 2021, on pouvait recenser 17 États américains ayant adopté un texte sur la blockchain selon la *National Conference of State Legislatures* (<https://www.ncsl.org/research/financial-services-and-commerce/blockchain-2021-legislation.aspx>).

¹³⁷ M. ORCUTT, « States that are passing laws to govern "smart contracts" have no idea what they're doing », *MIT Technology Review*, 29 mars 2018 (en ligne : <https://www.technologyreview.com/2018/03/29/144200/states-that-are-passing-laws-to-govern-smart-contracts-have-no-idea-what-theyre-doing/>). L'auteur souligne l'inutilité de ces *bills* qui relèvent davantage d'une tendance et d'une volonté de ces États d'être attractifs pour les start-ups blockchain. Leur multiplication désordonnée conduit à un certain chaos, faute d'uniformité entre les États fédéraux.

¹³⁸ C'est le cas de l'Arizona et du Nevada, qui définissent les smart contracts et affirment que l'utilisation des smart contracts sur la blockchain ne pose pas de difficulté au regard de l'*UETA* (*Uniform Electronic Transaction Act* de 1999 ; ce texte établit les règles d'équivalence entre les supports papier et électronique). Au Tennessee, un bill a été signé le 26 mars 2018 et reconnaît une valeur juridique à la blockchain et aux smart contracts. La définition retenue pour les smart contracts reprend celle de l'Arizona : « *This bill defines a smart contract as an event-driven program, that runs on a distributed, decentralized, shared, and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger.* » (nous traduisons : Ce projet de loi définit le smart contract comme un programme commandé par des événements, qui s'exécute sur un registre distribué, décentralisé, partagé et répliqué et qui peut prendre en charge et exécuter le transfert d'actifs sur ce registre). Quant au *Blockchain Technology Act* passé par l'Illinois en 2020, la définition des smart contracts est celle proposée par le Nevada : « *"Smart contract" means a contract stored as an electronic record which is verified by the use of a blockchain* » (nous traduisons : le smart contract désigne un contrat stocké sous forme d'enregistrement électronique, qui est vérifié par l'utilisation d'une blockchain).

¹³⁹ Avec l'accord sur le futur Règlement MiCA trouvé le 30 juin 2022 entre le Conseil de l'UE et le Parlement européen (Proposition de Règlement du Parlement européen et du Conseil sur les marchés de crypto-actifs, et modifiant la directive (UE) 2019/1937), l'Union européenne cherche à protéger sérieusement les investisseurs en imposant de lourdes exigences aux acteurs du marché, qui ne sont parfois pas imposées aux acteurs de la finance traditionnelle.

projets en lien avec la blockchain, et en particulier la question de l'appréhension des smart contracts par le droit, sont pour l'heure confiés à des entités de recherche et d'observation¹⁴⁰.

Si Monaco a eu un temps des velléités législatives relatives à la blockchain et aux smart contracts¹⁴¹, celles-ci n'ont abouti que de façon limitée et bien peu ambitieuse au sein d'un ensemble de dispositions en lien avec le numérique¹⁴².

En revanche, l'Italie a fait un pas notable en avant en matière de réglementation de la blockchain dans sa loi du 11 février 2019¹⁴³. L'article 8 ter de la loi est dédié aux technologies basées sur les registres distribués et aux smart contracts (*Tecnologie basate su registri distribuiti e smart contract*). Les smart contracts y sont définis comme un programme informatique qui fonctionne sur des technologies basées sur des registres distribués et dont l'exécution lie automatiquement deux ou plusieurs parties sur la base d'effets prédéfinis. La disposition prévoit de façon très intéressante une équivalence de forme pour les smart contracts : le texte précise que les smart contracts satisfont à l'exigence de la forme écrite sous réserve d'identification informatique des parties intéressées, à travers un processus répondant aux exigences fixées par l'Agence pour l'Italie numérique¹⁴⁴. La démarche est intéressante, et semble-t-il, unique puisqu'une législation nationale reconnaît désormais que des smart contracts peuvent lier des parties et satisfaire aux exigences d'un écrit. Le Royaume-Uni se distingue par une attitude très différente des autres législations envisagées.

V. <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2022/06/30/digital-finance-agreement-reached-on-european-crypto-assets-regulation-mica/> : « En vertu des nouvelles règles, les prestataires de services sur crypto-actifs auront l'obligation de respecter des exigences fortes en matière de protection des consommateurs, et leur responsabilité sera désormais engagée en cas de perte de crypto-actifs appartenant à des investisseurs. (...) Par ailleurs, les acteurs du marché des crypto-actifs seront tenus de déclarer des informations concernant leur empreinte environnementale et climatique. »

¹⁴⁰ Tel que l'observatoire européen sur la blockchain (*European Blockchain Observatory and Forum*), qui publie de nombreux rapports sur des sujets liés à la blockchain, œuvrant à ce stade davantage dans une visée informative et pédagogique. V. par ex. sur les smart contracts, *Legal and Regulatory Framework of Blockchains and Smart Contracts*, The European Union Blockchain Observatory and Forum, 2019.

¹⁴¹ Proposition de loi n° 237 en date du 4 décembre 2017. L'article 2 était très ambitieux : « Les smart contracts (contrats intelligents) sont des algorithmes disposant de la capacité à s'auto-exécuter de façon autonome pour déplacer de la valeur ou des informations à travers les blockchains (chaînes de blocs). Ils constituent des actes juridiques et produisent des effets de droit. Ils obéissent, en tant que de raison, pour leur validité et leurs effets, aux règles qui gouvernent les contrats. » Hélas, lorsque la proposition de loi a été transformée en projet de loi à la demande du gouvernement, les règles relatives aux smart contracts avaient disparu et leur définition était bien plus classique et conforme à la réalité informatique (v. *infra*, note 142).

¹⁴² Loi n° 1.482 du 17 décembre 2019 pour une Principauté numérique. La seule disposition qui évoque les smart contracts est la définition de « protocole contractuel numérique » comme « un programme informatique utilisant un dispositif d'enregistrement numérique sur un registre partagé et permettant d'exécuter automatiquement une série d'actions prédéterminées lorsque les conditions prédéfinies dans le programme sont réunies ». Il s'agit bien des smart contracts, mais la loi n'en traite pas ultérieurement.

¹⁴³ Legge 11 febbraio 2019, n 12 https://www.gazzettaufficiale.it/atto/stampa/serie_generale/originario.

¹⁴⁴ Article 8 ter, 2°), version originale : « 2. Si definisce "smart contract" un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o piu' parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale con linee guida da adottare entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto. »

30. Le Royaume-Uni, favorable à une application du droit positif aux smart contracts. De son côté, le Royaume-Uni a adopté très tôt une démarche, prudente mais active, d'observation et d'analyse de l'écosystème blockchain, tant par sa politique de bac à sable que par les recherches de fond entreprises à l'échelle nationale. Des rapports pionniers et très précis sur la blockchain et des smart contracts ont été publiés¹⁴⁵, permettant de mieux connaître ces innovations et de déterminer la nécessité de légiférer ou non selon les applications envisagées. Les conclusions de ces rapports se prononcent en faveur d'une application des règles de *Common Law* aux smart contracts pour l'essentiel, sans nécessiter de modification majeure de l'état du droit à ce jour. Grâce à la consultation des praticiens et notamment des cabinets d'avocat, ces rapports ont aussi permis de formuler des bonnes pratiques visant à améliorer l'adéquation des smart contracts au droit des contrats anglo-saxon.

31. Enseignements tirés du droit comparé et interrogations quant à l'application du droit positif. Ce panorama reste très sobre. Aucune législation n'a pris de disposition pour adapter son droit positif aux smart contracts. Comment interpréter cette attitude timide, en retrait, des législations française, européenne et étrangères face à un objet si nouveau et ayant des conséquences importantes en droit ? Il est possible d'y voir une attitude prudente, laissant le temps nécessaire à la pratique pour éprouver les contours des smart contracts dans toute leur diversité, avant de légiférer le cas échéant. Certaines législations, comme le Royaume-Uni, ont en revanche d'ores et déjà estimé que leur droit positif suffisait à prendre en compte cette innovation et à lui faire produire ses pleins effets juridiques. D'autres encore se détournent tout simplement des smart contracts, n'y voyant nullement un cas d'usage digne d'intérêt. Le droit français se situe sans doute à mi-chemin entre la première et la troisième catégorie, adoptant une démarche prudente et se concentrant sur les cas d'usage de la blockchain plus risqués et aux enjeux davantage financiers et patrimoniaux.

Cette démarche engendre une situation juridique incertaine. Faute de prendre position sur l'adéquation des règles de droit positif aux smart contracts, un flou règne en la matière et n'inspire pas confiance aux potentiels utilisateurs. Mais dans le même temps, ce silence du droit positif interpelle quant au moment de légiférer face à des innovations récentes.

32. Remarque. Le temps du droit face à l'accélération des innovations. L'évolution du droit participe de la nature même du droit : l'évolution du droit est une nécessité, le

¹⁴⁵ *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*, Government Office for Science (UK), 2015 ; *Legal statement on cryptoassets and smart contracts*, UK Jurisdiction Taskforce, 2019 ; LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*

législateur ne pouvant tout prévoir¹⁴⁶ pour régir la société, organisme vivant¹⁴⁷. La permanence et le caractère général de la règle de droit ne sont d'ailleurs pas des obstacles à l'évolution douce du droit, qui n'est pas étranger à l'esprit de réforme et au changement¹⁴⁸. Cette évolution doit nécessairement suivre les changements liés aux découvertes scientifiques et technologiques¹⁴⁹. La question du temps du droit face aux innovations se pose car il ne faut ni empêcher la technologie d'évoluer, ni laisser l'innovation sans aucun cadre juridique. Or, le rythme d'évolution progressive du droit a été bouleversé ces dernières décennies du fait de la multiplication des innovations technologiques à l'époque contemporaine.

Durant les précédents siècles, trente à cinquante ans s'écoulaient traditionnellement entre une découverte scientifique et ses applications pratiques. Ainsi en a-t-il été pour les locomotives à vapeur, le générateur d'électricité, les ordinateurs¹⁵⁰. Cet intervalle de temps permettait à la société de « se familiariser avec les innovations, en cerner les dangers, et donc définir les précautions à prendre »¹⁵¹, et donnait au droit le recul nécessaire avant d'évoluer pour s'adapter à ces innovations¹⁵². Par exemple, au XIX^e siècle, avec le développement du

¹⁴⁶ « Les besoins de la société sont si variés, la communication des hommes est si active, leurs intérêts sont si multipliés et leurs rapports si étendus, qu'il est impossible au législateur de pourvoir à tout » (J.-E.-M. PORTALIS, « Discours préliminaire sur le projet de Code civil présenté le 1er pluviôse an IX par la commission nommée par le gouvernement consulaire », in *Ecrits et discours juridiques et politiques*, PUAM, 1988, p. 25). Au sujet des règles de droit ne pouvant durer éternellement, les professeurs Mazeaud rapportaient en ce sens que « cela aussi Napoléon l'avait compris, lui qui disait de son code civil qu'il faudrait le refaire dans trente ans » (F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Introduction à l'étude du droit*, op. cit.).

¹⁴⁷ J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, op. cit., p. 12-13.

¹⁴⁸ L. DUGUIT, *Les transformations du droit privé depuis le Code Napoléon*, 1912, cité par B. OPPETIT, *Droit et modernité*, PUF, 1998, p. 97.

¹⁴⁹ P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, op. cit., n° 012.31 : « les faits transforment toujours le Droit. Ainsi, l'apparition de nouvelles techniques ou de nouveaux appareils retentit sur le Droit ». Mme Lasserre souligne dans le même sens, s'appuyant sur les travaux de Savatier, la « scientification » et la « technicisation » du droit, « au sens de l'influence des sciences et des techniques sur le droit » (V. LASSERRE, *Le nouvel ordre juridique : le droit de la gouvernance*, LexisNexis, 2015, n° 12). Il faut souligner qu'à part l'ouvrage de Mme Lasserre, peu de travaux ont été menés par les juristes sur l'étude de la relation entre le droit et les sciences et technologies. V. J. FRAYSSINET, « Droit, droits et nouvelles technologies », in *Droit et innovation*, J. Mestre et L. Merland (dir.), PUAM, 2013, p. 543-556, et dans le même sens, M. CARTAPANIS, « L'innovation technologique et le droit », *D.*, 2022, p. 405.

¹⁵⁰ C. ALLEGRE, « Préface », in *Science, éthique et droit*, N. Le Douarin et C. Puigelier (dir.), Jacob, 2007, p. 11-14.

¹⁵¹ Toute innovation, toute découverte ne s'est pas toujours bien passée dans les premières applications, selon M. Allègre : « n'oublions pas qu'il y eut des scientifiques électrocutés, des machines à vapeur qui explosaient, des chercheurs qui, comme Marie Curie, sont morts de cancers provoqués par des irradiations radioactives, etc. » (*Ibid.*, p. 11).

¹⁵² V. en ce sens, sur le droit face aux innovations techniques des précédents siècles, F. TERRE, *Introduction générale au droit*, 10^e éd., Dalloz, 2015, n° 40 : « les progrès scientifiques ont évidemment influencé, de tout temps, le cours du droit : ainsi n'a-t-il pas été insensible à l'invention de l'imprimerie. Et puis celle de la machine à vapeur a engendré la société industrielle ; elle fut source de progrès, mais aussi de morts et de blessures » (la réflexion menée par l'auteur ne figure pas dans les éditions suivantes de l'ouvrage). Déjà Portalis prônait une attitude d'attente du droit et des hommes vis-à-vis des innovations : « le temps seul peut assurer aux productions du génie des hommes et des partisans, parce que le temps seul habitue les hommes à la conception des vérités qui étendent ou multiplient nos rapports. Le législateur, qui ne peut sans danger franchir subitement d'aussi grands intervalles, doit demeurer dans les limites que la tradition des lumières a déterminées, jusqu'à ce que les événements et les choses l'avertissent qu'il peut, sans commotion et sans secousse, marcher dans la carrière qui lui avait été ouverte par le génie » (J.-E.-M. PORTALIS, « Discours de présentation du Code civil prononcé le 3 frimaire an X », in *Discours et rapports sur le Code civil*, Presses universitaires de Caen, 2010, p. 97).

machinisme, le droit des obligations a progressivement et sagement évolué en donnant naissance à la responsabilité du fait des choses et à une obligation de sécurité¹⁵³. Pour autant, il a fallu attendre 1985 pour qu'une loi d'indemnisation spéciale des victimes d'accidents de la circulation automobile soit votée. Le temps du droit était alors long pour permettre une véritable réflexion en profondeur quant à la réponse du droit la plus adéquate à apporter aux innovations techniques.

Or, ce long intervalle de temps a été fortement rétréci ces dernières décennies. Désormais, seulement trois à cinq ans s'écoulent en moyenne entre une découverte et ses applications pratiques¹⁵⁴. « L'accélération inexorable du temps contemporain » liée au choc ferroviaire¹⁵⁵ s'est amplifiée au fil des innovations qui n'ont eu cesse de se succéder. Cette accélération a suscité une réaction de peur et d'inquiétude devant ces évolutions profondes, rapides et spectaculaires¹⁵⁶, porteuses de risques technologiques incertains. C'est pourquoi on a vu éclore le principe de précaution, brandi à l'arrivée de toute innovation¹⁵⁷, et parfois vertement critiqué¹⁵⁸. La fin du XX^e siècle et surtout le XXI^e siècle n'ont fait qu'accentuer cette tendance. L'arrivée d'internet, le commerce électronique et l'accessibilité accrue à internet grâce aux smartphones ont profondément modifié le monde de l'information et des communications, mais aussi du commerce et des contrats¹⁵⁹. Ces différentes innovations ont eu des applications pratiques multiples très rapidement. La société a fortement évolué en un temps

¹⁵³ V. plus généralement au sujet de la transformation du droit, P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 012.31.

¹⁵⁴ C. ALLEGRE, « Préface », *op. cit.*

¹⁵⁵ C. STUDENY, *L'invention de la vitesse : France, XVIIIe-XXe siècle*, Gallimard, 1995, p. 216.

¹⁵⁶ F. TERRE, « Postface, Le droit face à la science », *op. cit.*, p. 354 : « la société humaine étant condamnée à l'innovation, il s'est agi, du fait de ces avancées spectaculaires, porteuses aussi d'inconnu, d'une régression d'une certaine forme de connaissance de la subjectivité et d'une heuristique de la peur ». De même, M. Frayssinet évoque une impression d'un « saut quantitatif et qualitatif de la nature des rapports entre les techniques et le droit » ces dernières décennies, avec l'irruption de sujets comme l'espace, le nucléaire, les biotechnologies, les technologies de l'informatique et des communications, mais aussi les évolutions touchant l'énergie, l'alimentation, la génétique (J. FRAYSSINET, « Droit, droits et nouvelles technologies », *op. cit.*, p. 544).

¹⁵⁷ F. TERRE, « Postface, Le droit face à la science », *op. cit.*; v. aussi, P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 011.84 : l'homme « est devenu plus craintif qu'auparavant (...) l'émergence du « principe de précaution » est une des manifestations de la tendance actuelles aux peurs irraisonnées ».

¹⁵⁸ M. le Tourneau est particulièrement véhément : le principe de précaution, selon lui, « est actuellement l'objet d'un engouement sans doute excessif, risquant de générer des effets pervers, notamment l'attentisme devant les progrès techniques et l'excès de prudence » et qu'il « tend à devenir une idéologie politique, de peur irraisonnée et de passion déréglée » alors qu'il faut plutôt encourager les progrès de l'intelligence et les applications des découvertes effectuées et mises au point grâce à l'intelligence par les chercheurs (P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 011.84). Il conclut : « louable en lui-même, surtout dans le domaine de la protection de l'environnement, nous nous acheminons vers l'idée qu'il est critiquable lorsqu'il confine au principe d'inhibition et d'immobilisme » puisqu'il pourrait alors « se révéler un frein à la recherche et à l'activité industrielle, laissant croire que tous les risques peuvent être anticipés et, grâce aux pouvoirs publics, l'imprévu éliminé » (n° 011.86).

¹⁵⁹ V. en ce sens, appelant en conséquence une évolution du cadre législatif, J. DIONIS DU SEJOUR, *Rapport fait au nom de la commission des affaires économiques, de l'environnement et du territoire sur le projet de loi (n° 528), pour la confiance dans l'économie numérique*, Assemblée nationale, 2003, p. 7-8.

réduit et l'économie tout entière a été bouleversée par l'accélération et la simplification des échanges.

En conséquence, le droit a dû réagir assez rapidement, les règles existantes ne suffisant plus à prendre en compte ces innovations technologiques. Une tendance à l'inflation législative et à la production de normes de plus en plus techniques et peu intelligibles a été constatée¹⁶⁰. Le recours au droit paraît ainsi dénué de réflexion au fond¹⁶¹. Pour éviter cet écueil, un équilibre doit être trouvé entre la nécessité d'évolution et la part de permanence indispensable du droit¹⁶².

33. La recherche d'un équilibre. En définitive, comment le droit peut-il et doit-il réagir face à ces innovations de plus en plus rapides ? D'un côté, il est indispensable de laisser un temps de recul pour que les innovations puissent être appréhendées de la bonne façon par la société et par le droit, sans précipitation préjudiciable¹⁶³. Une loi votée trop hâtivement peut se trouver vite dépassée par les progrès de l'innovation qu'elle entendait encadrer, témoignant d'un essoufflement du droit¹⁶⁴. Le principe de neutralité technologique est parfois invoqué comme remède au risque de dépassement, pour pouvoir encadrer les applications d'une technologie sans risque d'en entraver les développements ultérieurs¹⁶⁵. Le temps de recul est

¹⁶⁰ V. sur le sujet, F. TERRE et N. MOLFESSIS, *Introduction générale au droit*, 14^e éd., Dalloz, 2022, n° 357 et P. MALAURIE et P. MORVAN, *Introduction au droit*, *op. cit.*, n° 108. Ce constat s'intensifie en lien avec les bouleversements numériques, faisant éclore une multitude de lois nouvelles (trop) vite votées : « Conservatisme et manque de maîtrise face à la nouveauté, justifient que le droit spécial fasse figure, pour l'heure, de recours privilégié. Les réglementations particulières se succèdent : loi Croissance du 6 août 2015 et loi n° 2016-1321 pour une République numérique du 7 octobre 2016, suivies d'un décret n° 2017-1434 du 29 septembre 2017 venant définir et réglementer les plateformes en lignes ; Ordonnance n° 2014-559 du 30 mai 2014 complété par un décret du 28 octobre 2016 et une position-recommandation n° DOC-2018-02 de l'AMF encadrant le financement participatif ; réglementation des ICO par la Loi Pacte, etc. » (J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 69).

¹⁶¹ *Id.* L'auteur y déplore la « difficulté à appréhender le bouleversement autrement que par des retouches ponctuelles ». En effet, selon M. Allègre, « tout va très vite, trop vite et l'on n'a pas le temps de réfléchir. Et, comme on n'a pas réfléchi, le droit est en retard sur la science. On laisse des magistrats, certes compétents en droit, le soin de juger avec leur bon sens des sujets qu'ils ne connaissent pas, et que souvent ils ne comprennent pas » (C. ALLEGRE, « Préface », *op. cit.*).

¹⁶² J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, *op. cit.*, p. 17 et dans le même sens, plus récemment, M. CARTAPANIS, « L'innovation technologique et le droit », *op. cit.*

¹⁶³ Il peut être sage, selon M. Terré, d'adopter une attitude d'abstention ou de retrait du droit, pour laisser à la science « le temps nécessaire pour découvrir et aménager des antidotes et aux pratiques le soin de se normaliser avant qu'un droit légiféré ne vienne les prendre en compte » (F. TERRE, « Postface, Le droit face à la science », *op. cit.*). V. aussi en ce sens, les deux rapports parlementaires sur la blockchain et sur les monnaies virtuelles qui insistent sur l'importance de ne pas « brider l'innovation » (*Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 86 s. ; E. WOERTH et P. PERSON, *Rapport d'information sur les monnaies virtuelles*, *op. cit.*, p. 106 s.).

¹⁶⁴ J. FRAYSSINET, « Droit, droits et nouvelles technologies », *op. cit.*, p. 545.

¹⁶⁵ V. le J. DIONIS DU SEJOUR, *Rapport LCEN*, *op. cit.*, p. 10-11 : « la neutralité technologique renvoie à l'idée que la prise en compte des phénomènes technologiques nouveaux doit se faire sans introduire de nouvelles complexités dans la loi (...) les nouvelles dispositions doivent être conçues d'emblée pour couvrir toutes les formes de nouvelles technologies ». L'exemple du contrat électronique, expliqué par M. Loiseau, est très évocateur : « le contrat électronique est de conception pragmatique, marqué par le principe de la neutralité technologique. La neutralité implique que le contrat ne soit pas en soi affecté, dans son économie et dans la production de ses effets, par l'utilisation de l'outil électronique. Elle signifie aussi que les règles juridiques sont rendues compatibles avec l'emploi de cette technologie pour que la réalisation de l'acte ne soit pas entravée, d'une manière ou d'une autre, ou simplement qu'elle perde en efficacité. » (G. LOISEAU, « Le contrat de travail électronique », *JCP S*, n° 15, 19 avril 2022, p. 1111). Mais certains

nécessaire pour arriver à ce résultat. Ce temps peut se traduire en pratique par l'adoption d'une politique du « bac à sable », adoptée notamment au Royaume-Uni. Cette technique permet précisément de donner du temps aux premières expérimentations et innovations et peut donner le recul nécessaire pour réglementer, le moment venu, les innovations ainsi observées¹⁶⁶.

D'un autre côté, le droit ne doit pas prendre trop de retard face aux innovations et il faut « faire évoluer les lois au fur et à mesure des progrès de la science »¹⁶⁷. Deux obstacles opposés peuvent se présenter. Premièrement, la méfiance classique des gouvernements et des institutions envers les nouveautés est parfois problématique lorsque les applications d'une technologie exigent un traitement comptable, fiscal, juridique. S'agissant de la blockchain, très vite les banques françaises ont refusé d'ouvrir des comptes en banque pour des activités en lien avec la blockchain, les ICO et les cryptoactifs, sans raison valable¹⁶⁸. La loi PACTE, promulguée le 22 mai 2019, a tenté d'améliorer la situation en instaurant un « droit au compte »¹⁶⁹, dont on peine toutefois à mesurer les véritables effets¹⁷⁰. Deuxièmement et à l'inverse, le risque devant les innovations est de tomber dans l'écueil de l'inflation législative en prenant de nombreux textes pour régir certains aspects très spécifiques d'une innovation technologique. Or, trop de règles de droit mènent à une inefficacité et une absence d'encadrement utile¹⁷¹ et parfois à l'inintelligibilité de règles trop techniques. Cela peut aussi nourrir une impression de droits techniciens « qui manquent d'âme et d'épaisseur humaine », qui « oublient qu'ils sont faits pour l'homme, le citoyen », où « même la personne est réifiée sous les vocables de consommateurs, bénéficiaires, utilisateurs »¹⁷². Il faut donc que le

s'opposent au principe même de neutralité technologique (v. par ex. J. FRAYSSINET, « Droit, droits et nouvelles technologies », *op. cit.*, p. 543-545).

¹⁶⁶ Ainsi un rapport de la *Financial Conduct Authority* au Royaume-Uni a-t-il pu rendre compte des bilans tirés de nombreuses expériences d'application de registres distribués menées dans le cadre d'un « bac à sable » réglementaire (*Distributed Ledger Technology: Feedback Statement on Discussion Paper 17/03*, Financial Conduct Authority, 2017).

¹⁶⁷ C. ALLEGRE, « Préface », *op. cit.*

¹⁶⁸ E. LEDERER, « Quand une banque interdit à son client d'investir en crypto-monnaies », *Les Echos*, 24 mai 2019.

¹⁶⁹ Article 85, 13° de la loi PACTE du 22 mai 2019 : « 13° Après le premier alinéa de l'article L. 312-23, il est inséré un alinéa ainsi rédigé :

« Les établissements de crédit mettent en place des règles objectives, non discriminatoires et proportionnées pour régir l'accès des émetteurs de jetons ayant obtenu le visa mentionné à l'article L. 552-4, des prestataires enregistrés conformément à l'article L. 54-10-3 et des prestataires ayant obtenu l'agrément mentionné à l'article L. 54-10-5 aux services de comptes de dépôt et de paiement qu'ils tiennent. Cet accès est suffisamment étendu pour permettre à ces personnes de recourir à ces services de manière efficace et sans entraves. Les conditions d'application du présent article sont précisées par décret. Celui-ci précise notamment les voies et délais de recours en cas de refus des établissements de crédit. » ;

¹⁷⁰ En septembre 2021, de nombreux acteurs du secteur crypto font encore état de difficultés et de refus d'ouverture de compte par des établissements bancaires français, en dépit du droit au compte instauré par la loi PACTE qui leur ouvre une voie de recours auprès de l'ACPR (G. DE MARGERIE et A. BAÏZ, *Comité de suivi et d'évaluation de la loi Pacte - Deuxième rapport*, France Stratégie, 2021, p. 59-60).

¹⁷¹ V. en ce sens, B. OPPETIT, *Droit et modernité*, *op. cit.*, p. 109.

¹⁷² J. FRAYSSINET, « Droit, droits et nouvelles technologies », *op. cit.*, p. 553.

législateur réussisse à intervenir avec mesure et avec le recul nécessaire lorsqu'une innovation le nécessite¹⁷³.

34. Application aux smart contracts. Cette recherche d'équilibre doit être respectée dans la présente étude. L'innovation qui en est l'objet est très récente en réalité : c'est seulement depuis 2015 qu'il est possible de programmer et de déployer des smart contracts d'une certaine complexité sur la blockchain Ethereum ; depuis 2009, des smart contracts rudimentaires sur la blockchain Bitcoin. L'étude s'inscrit ainsi dans le temps de l'observation de la réalité pratique de l'innovation étudiée, avant le temps de l'intervention éventuelle du législateur. En proposant une étude de fond, il sera possible d'envisager, le cas échéant, des modifications du droit en vigueur, dans un avenir proche, si elles se révèlent indispensables pour une utilisation de l'instrument qui permettent d'assurer une sécurité juridique suffisante aux parties.

35. La nécessité d'une étude de fond sur les smart contracts en droit français. L'inertie du droit français à ce jour rend compte de la nécessité de mener une véritable analyse juridique des smart contracts. Par ailleurs, l'étude du droit comparé s'est avérée pauvre en enseignements, justifiant de délimiter le champ de la recherche au droit interne. Procéder à une étude de fond sur les smart contracts en droit français est indispensable pour que l'analyse puisse être menée en profondeur, eu égard à la nouveauté de l'objet et aux possibilités d'utilisation très larges qu'il recouvre.

Toutefois, cette analyse, et la découverte même de l'intérêt intrinsèque du sujet, n'ont été rendues possibles que grâce à l'adoption d'une méthode de recherche particulière. En effet, les premières recherches sur la blockchain et les smart contracts en droit privé français se sont avérées peu fécondes, souvent en raison d'une incompréhension technique du sujet, mais aussi d'une perspective restreinte aux seuls cas d'usage de la blockchain, sans véritablement étudier les smart contracts en tant que tels. Il a alors fallu adopter une méthode adaptée à l'objet d'étude pour surmonter ces obstacles.

¹⁷³ V. sur ce point au sujet de la LCEN, exemple d'équilibre trouvé, J. DIONIS DU SEJOUR, *Rapport LCEN, op. cit.*, p. 10 : « L'adaptation de la législation dans une période d'accélération du développement technologique constitue par nature un exercice assez périlleux, car il existe un risque de décalage entre un droit écrit produit a posteriori et une réalité en mutation rapide. Cependant la révolution technologique des années quatre-vingt-dix semble avoir apporté ses principaux fruits aujourd'hui, et cette relative maturité du phénomène permet probablement de fonder plus sûrement les évolutions juridiques envisagées ».

B. La méthode de la recherche

36. Blockchain et droit privé français : un terrain peu fertile. En 2017, alors que s'engage cette recherche, la blockchain est un sujet très nouveau en France, presque inconnu du droit. La pratique, en revanche, s'intéresse déjà à cet outil qui pourrait constituer un nouveau mode de financement : on entend déjà parler des *ICO* aux États-Unis, et la place parisienne commence à étudier l'outil pour répondre aux demandes des clients cherchant à donner un cadre juridique à ces opérations. En doctrine, à l'inverse, la blockchain n'est abordée dans un premier temps que pour présenter les cas d'usage possibles, souvent en matière d'assurance ou en droit des sociétés, et surtout pour en montrer les dangers et les limites¹⁷⁴. L'approche du sujet est alors assez fermée et peu technique, privant la réflexion de matière.

Il a fallu rapidement trouver des ressources adoptant une autre démarche, à la fois cherchant à explorer plus précisément les cas d'usage des blockchains et permettant d'expliquer la technologie utilisée. Les débuts de la présente recherche ont donc conduit à s'écarter des sources classiques, en particulier de la doctrine française, assez défavorable dans un premier temps à cette innovation technologique, pour préférer un terrain plus pratique, confrontant la technologie au droit, avant de se tourner vers des sources étrangères.

37. Les groupes de travail sur les smart contracts. Dès les débuts de la recherche, la nécessité d'une maîtrise technique du sujet s'est fait ressentir. Pour pouvoir préciser l'objet même de l'étude, il était nécessaire, eu égard à la grande technicité du domaine de recherche entreprise, à savoir la blockchain, d'en connaître davantage les rouages et les caractéristiques. À cette condition seulement était-il possible d'en mesurer les enjeux juridiques et d'envisager, dans un second temps, une éventuelle qualification juridique de l'objet d'étude précisé – les smart contracts. C'est dans ce contexte qu'une participation à des groupes de travail s'est très vite mise en place, très divers par leur configuration et les initiatives dont ils ressortaient. Parmi ceux-là, deux principaux groupes ont permis d'orienter et d'alimenter la recherche orientée vers les smart contracts, en s'interrogeant sur leur confrontation au droit privé français.

D'une part, le groupe de travail juridique mis en place pour réfléchir aux enjeux juridiques de la blockchain, au sein de l'initiative menée par France Stratégie sur les enjeux des

¹⁷⁴ Pour quelques exemples : C. BONDARD *et al.*, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *op. cit.* ; N. BINCTIN, « Quelle place pour la blockchain en droit français de la propriété intellectuelle ? », *Propriétés intellectuelles*, n° 65, octobre 2017, p. 18-22 ; É. A. CAPRIOLI *et al.*, « Blockchain et smart contracts : enjeux technologiques, juridiques et business », *op. cit.* ; B. DENIS *et al.*, « La Blockchain dans le secteur de l'assurance », *RLDA*, 2017, n° 132 ; CABINET SIMMONS&SIMMONS LLP, « Le droit et la technologie blockchain : une approche sectorielle », *CCC*, 2017, étude 10 ; V. STREIFF, « Blockchain et propriété immobilière : une technologie qui prétend casser les codes », *Droit et Patrimoine*, n° 262, octobre 2016, p. 24-29 ; H. DE VAUPLANE, « La blockchain défiera-t-elle la règle ? », *op. cit.* ; É. A. CAPRIOLI, « La blockchain ou la confiance dans une technologie », *op. cit.*

blockchains, a permis de mettre en lumière les points de friction entre les utilisations de la blockchain et le droit – les smart contracts étant alors abordés à part entière, au même titre que la question des jetons numériques, par exemple, ou que d’autres questions de droit comme celle de la fiscalité ou de la preuve. En intégrant ce sous-groupe juridique, et plus particulièrement ensuite celui dédié aux smart contracts, l’intérêt a été de travailler avec des praticiens, le plus souvent des avocats, afin de confronter l’outil au droit vivant. Les travaux ont mis en lumière les interrogations pratiques et théoriques ressortant de cette confrontation. Un rapport a été publié en juin 2018, rendant compte de ces réflexions¹⁷⁵.

D’autre part, il a été particulièrement enrichissant de participer activement au sein d’une initiative privée collaborative et ouverte à tous, rassemblant des juristes et des informaticiens, parfois des entrepreneurs, appelée la « Smart Contract Academy »¹⁷⁶. Lieu de riches rencontres favorisant des réflexions pluridisciplinaires, la Smart Contract Academy a organisé des ateliers mensuels pendant deux ans. Ce cadre nous a permis de participer à plusieurs conférences afin d’exposer l’état des avancées sur le sujet des smart contracts face au droit des contrats, puis de contribuer à la publication d’un ouvrage collaboratif menée à partir d’études de cas, afin de livrer des analyses juridiques fondées sur des exemples pratiques¹⁷⁷. De ces rencontres est également ressortie l’importance d’élargir davantage la connaissance technique de la blockchain, et parallèlement des smart contracts : il a fallu pour cela s’ouvrir à des sources étrangères.

38. L’ouverture conférée par l’étude de la doctrine anglo-saxonne puis européenne.

Les recherches menées dans la doctrine américaine se sont révélées très riches et ont permis d’atteindre une meilleure compréhension technique de la blockchain, les juristes américains commençant généralement par expliquer en détail le fonctionnement de la blockchain¹⁷⁸. Plus généralement, il est apparu que l’ensemble des ressources rédigées en anglais que nous avons consultées, qu’elles émanent d’institutions ou auteurs britanniques¹⁷⁹ ou de revues

¹⁷⁵ *Les enjeux des blockchains*, France Stratégie, 2018. Le rapport du sous-groupe juridique figure aux pages 85 à 124.

¹⁷⁶ La « Smart Contract Academy » est née de la rencontre de plusieurs groupes d’études ou « think-tank », en particulier Openlaw, l’association pour le droit ouvert, et l’initiative Coala (la *Coalition of Automated Legal Applications* (<https://coala.global>) menée par Primavera de Filippi, souvent citée parmi les auteurs juridiques pionniers dans la réflexion sur la blockchain) : v. <https://openlaw.fr/travaux/cycles/smart-contract-academy>.

¹⁷⁷ SMART CONTRACT ACADEMY, *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, 2018.

¹⁷⁸ V. par ex., K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *Duke Law Journal*, vol. 67, 18 mars 2017, p. 313-382 ; K. CHRISTIDIS et M. DEVETSIKIOTIS, « Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things », *IEEE Access*, vol. 4, 2016, p. 2292-2303 ; J. STARK, « Making Sense of Blockchain Smart Contracts », sur *CoinDesk*, 4 juin 2016 (en ligne : <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts>) ; A. WRIGHT et P. DE FILIPPI, « Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia », *op. cit.*

¹⁷⁹ V. *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*, *op. cit.* ; LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.* ; E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », 2018 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3476678>).

européennes¹⁸⁰, faisaient cet effort d'explication dans un premier temps avant de livrer une analyse juridique sous un angle choisi. *Très rapidement, il est ressorti des travaux examinés que les smart contracts étaient étudiés comme un réel sujet de recherche à part entière*, constitutif d'un objet de droit. Dans ces articles et ouvrages, la dynamique était davantage tournée vers des solutions que vers les obstacles, s'inscrivant ainsi à l'exact opposé de la doctrine française. Ces recherches ont été extrêmement riches pour amorcer une véritable réflexion juridique autour des smart contracts, révélant un intérêt très porteur sur ce sujet.

Les deux champs de ressources, français d'un côté, étranger de l'autre, se sont donc révélés très complémentaires : au-delà des risques, des obstacles, des freins, il était possible d'entrevoir un univers des possibles, souvent utopique, mais donnant une réelle perspective à l'étude d'un outil spécifique des blockchains, les smart contracts¹⁸¹ - certains auteurs anglo-saxons pouvant au demeurant livrer une analyse assez critique¹⁸².

39. Les smart contracts, véritable objet de droit. Peu à peu, il est apparu que l'utilisation de la blockchain et plus particulièrement des smart contracts était porteuse de questions très nombreuses, souvent posées par les auteurs français et par les praticiens, sans que soient véritablement apportées des réponses de fond. Par ailleurs, les lectures anglo-saxonnes ont largement nourri une réflexion autour des smart contracts pouvant être utilisés comme contrats, ouvrant le champ des possibles ; mais ces études étaient le plus souvent vierges d'interrogations théoriques au sujet de la notion même de contrat, confrontée à l'outil informatique que sont les smart contracts. Il est donc apparu, à la croisée de ces différents chemins empruntés simultanément afin de nourrir la recherche, qu'un réel travail pouvait être mené sur le sujet des smart contracts appréhendés par le droit des contrats, et non comme simple support d'opérations financières ou à de la spéculation sur des actifs numériques. Ces premières

¹⁸⁰ Il est intéressant de relever que dans les revues européennes en anglais, les publications suivent souvent le modèle des publications américaines. V. par exemple, P. CATCHLOVE, « Smart Contracts: A New Era of Contract Use », 1^{er} décembre 2017 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3090226>) ; J. G. ALLEN, « Wrapped and Stacked: “Smart Contracts” and the Interaction of Natural and Formal Languages », *European Review of Contract Law*, vol. 14, n° 4, 7 août 2018, p. 307-343 ; O. BORGOGNO, « Smart Contracts as the (New) Power of the Powerless? The Stakes for Consumers », *European Review of Private Law*, n° 6, 2018, p. 885-902 ; M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *European Review of Private Law*, vol. 6, 2019, p. 753-772

¹⁸¹ Les articles pionniers pour la présente étude ont été les suivants : M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *Georgetown Law Tech Review*, vol. 1, n° 2, 2017, p. 305-341 ; K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.* ; J. STARK, « Making Sense of Blockchain Smart Contracts », *op. cit.*

¹⁸² V. ces deux articles fondamentaux pour adopter une analyse critique des smart contracts : J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *Journal of Law & Innovation*, vol. 2, n° 1, 17 juin 2019, p. 1-22 ; E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *Law, Innovation and Technology*, vol. 9, n° 2, 2017, p. 269-300, voire extrêmement critique : E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », *op. cit.*

recherches ont été indispensables pour déterminer utilement l'objectif de l'étude, au regard du champ limité retenu¹⁸³.

40. Objectif de la recherche. L'objectif de la recherche est de déterminer si le droit interne des contrats est applicable aux smart contracts, dans quelle mesure il leur est adapté ou suppose des modifications et si cette technique peut faire l'objet d'une utilisation intéressante et innovante pour les sujets de droit. L'étude doit trouver l'équilibre entre la recherche de sécurité juridique pour le contractant, qui peut se traduire par l'adoption de nouvelles règles adaptées à l'instrument innovant, et la préservation du droit en vigueur, dont on conçoit difficilement qu'il fasse l'objet d'un complet bouleversement. Il a alors fallu préciser la méthode adaptée à cet objectif.

41. Droit commun ou nouveau droit ? Faut-il recourir au droit commun, et le faire évoluer le cas échéant, ou créer un droit spécial de la blockchain et des smart contracts, eu égard à la spécificité de ces instruments ? Le balancement entre les règles de droit commun et les règles de droit spécial est « un réflexe naturel »¹⁸⁴ pour tout juriste et se retrouve d'autant plus lorsqu'il s'agit d'appréhender un nouvel objet juridique.

Il pourrait être tentant d'affirmer que le droit commun ne permet pas de régir un objet aussi nouveau et révolutionnaire que les smart contracts. Du fait de leurs caractéristiques si particulières, la blockchain et ses applications ne pourraient pas tomber sous le coup du droit commun et c'est un nouveau droit spécial qu'il faudrait mettre en place¹⁸⁵. Cette tentation peut relever, d'une certaine manière, d'une volonté de sauvegarder le droit commun en évitant de le déformer pour l'adapter aux innovations¹⁸⁶.

¹⁸³ V. *supra*, §35.

¹⁸⁴ C. GOLDIE-GENICON, « Droit commun et droit spécial », *Revue de droit d'Assas*, février 2013, p. 29, n° 1.

¹⁸⁵ L'écueil est loin d'être un mirage, quand on voit combien de travaux juridiques voient le jour sur « le droit du numérique », « le droit de l'internet », comme s'il fallait impérativement ouvrir un nouveau pan de droit spécial pour appréhender les nouveautés. Certains estiment même que chercher à faire entrer les innovations dans le droit commun revient à nier leur spécificité (J. FRAYSSINET, « Droit, droits et nouvelles technologies », *op. cit.*, p. 543). V. le paradoxe dans les propos de P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 01.11 : « L'informatique engendra un Droit de l'informatique, puis de l'internet, qui est devenu un droit du numérique. (...) Pour autant, il ne s'est pas édifié sur une table rase. Il emprunte l'essentiel de ses mécanismes au Droit commun, sauf quelques textes particuliers qui ont été spécifiquement promulgués dans ce domaine, et sauf quelques infléchissements apportés par la jurisprudence ». Mais parfois, l'objet de l'étude justifie que l'on prône la création d'un droit spécial *ad hoc*, ce qui se dessine en matière d'intelligence artificielle, particulièrement porteuse de risques si elle n'est pas encadrée suffisamment, comme le montre M. Merabet (S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, spéc. n°s 14-15).

¹⁸⁶ « Dans cette tentative de domestication de pratiques qui leur échappent, les acteurs du système juridique se trouvent toutefois face à la dialectique du droit commun et du droit spécial : faut-il renouveler les concepts juridiques existants, pour leur permettre d'accueillir et donc de régir les nouvelles pratiques, ou multiplier les règles spéciales en sauvant - pour combien de temps ? -, les règles de droit commun ? » (J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 69).

Mais le droit commun recèle une véritable richesse lui permettant précisément de régir des cas de figure non prévus par les textes, comme l'expliquait Portalis : « Nous nous sommes également préservés de la dangereuse ambition de vouloir tout régler et tout prévoir » ; c'est pourquoi « l'office de la loi est de fixer, par de grandes vues, les maximes générales du droit ; d'établir des principes féconds en conséquences, et non de descendre dans le détail des questions qui peuvent naître sur chaque matière »¹⁸⁷. Ainsi serait-il vain de vouloir créer un droit spécial nouveau pour accompagner chaque innovation. Cette mise en garde est rappelée par un juriste américain, M. Easterbrook, dans un article écartant l'idée de mettre en place un droit du cyberspace¹⁸⁸. Dans cet article, l'auteur explique combien les juristes doivent se garder d'adopter une approche trop spécialisée en abordant un sujet particulier, soulignant que la meilleure façon d'apprendre la loi applicable à des comportements particuliers est d'étudier des règles générales¹⁸⁹. Pour le cyberspace, M. Easterbrook estime alors qu'il convient tout simplement d'appliquer les règles de droit commun aux systèmes informatiques¹⁹⁰.

C'est l'approche qu'il convient d'adopter dans cette étude s'agissant de la blockchain et des smart contracts¹⁹¹. Il est nécessaire de rechercher avant tout comment le droit commun peut s'appliquer aux smart contracts sur la blockchain, sans nécessairement céder à la tentation du recours à la création d'un droit spécial des smart contracts ou vouloir modifier immédiatement les règles existantes. Il faudrait en effet éviter que de nouvelles règles trop hâtives viennent déjà brider le développement d'une technologie naissante et interdise ou au contraire encadrent de façon trop lâche ses applications.

L'objectif est alors d'étudier comment le droit des contrats peut appréhender les smart contracts comme outil au service des contrats. En étudiant les smart contracts au regard du droit commun, il sera possible de mieux appréhender les fonctions et les risques que représente l'outil, mais aussi de lui reconnaître et lui donner de véritables effets juridiques. Cette démarche ne ferme pas pour autant la porte au droit spécial des contrats, qui pourra trouver à s'appliquer lors de l'étude de certains smart contracts particuliers, au service de

¹⁸⁷ J.-E.-M. PORTALIS, « Discours préliminaire sur le projet de Code civil présenté le 1er pluviôse an IX par la commission nommée par le gouvernement consulaire », *op. cit.*

¹⁸⁸ F. H. EASTERBROOK, « Cyberspace and the Law of the Horse », *University of Chicago Legal Forum*, 1996, p. 207-216.

¹⁸⁹ Il donne ainsi l'exemple du cheval : un cours sur le droit du cheval serait superficiel et ne permettrait pas de dégager des règles unitaires ; mieux vaut s'intéresser aux cours généraux sur la responsabilité civile, le droit commercial, le droit des biens, etc., pour ensuite l'appliquer au cheval.

¹⁹⁰ Il en est de même pour les contrats relatifs à l'informatique et à l'électronique, selon M. le Tourneau dans son ouvrage (P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 012.14).

¹⁹¹ V. en ce sens, en faveur d'une application du droit commun positif aux smart contracts, M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.* ; C. BONDARD *et al.*, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *op. cit.* ; S. AGNIKHOTRAM et A. KOUROUTAKIS, « Doctrinal Challenges for the Legality of Smart Contracts: Lex Cryptographia or a new, "smart" way to contract? », *Journal of High Technology Law*, XIX, n° 2, 2019, p. 326-327.

l'étude générale des smart contracts. La recherche, qui, nous semble-t-il, est la première en la matière, restera toutefois centrée sur le droit commun des contrats, afin de mener une étude précise de la figure des smart contracts, au service d'une utilisation contractuelle.

42. Le droit des contrats et les smart contracts : encore une réforme ? Le droit des contrats a été réformé il y a seulement quelques années, par une ordonnance du 10 février 2016 ratifiée par une loi du 20 avril 2018¹⁹². La réforme a entériné les lentes évolutions qu'avait connues la matière depuis 1804, sans intégrer de grands changements ; aucune place n'a d'ailleurs été faite aux contrats du numérique¹⁹³, sans doute parce que l'on estimait que les lois de 2000 et 2004¹⁹⁴ relatives à la preuve et à la formation des contrats conclus par voie électronique étaient déjà suffisantes à ce sujet, puisque les dispositions issues de ces lois facilitent ainsi le recours à ces contrats. Comment espérer alors insuffler des changements dans un droit qui vient d'être rénové, sans pour autant intégrer la figure du contrat numérique ? Le droit français des contrats peut-il seulement accueillir des contrats ou leur exécution sous la forme d'un programme informatique ? Faut-il modifier tout notre droit des contrats ? L'instrument étudié le justifie-t-il seulement ?

43. L'équilibre à trouver. La recherche d'équilibre entre les nécessaires modifications pour assurer la sécurité juridique des contractants et le maintien du socle général du droit des contrats devra guider l'étude. Il conviendra ainsi de commencer par étudier l'application du droit des contrats aux smart contracts ; en cas de friction, des solutions pratiques (informatiques) seront d'abord proposées, puis des aménagements conventionnels. En dernier ressort, des propositions d'évolution du droit pourront être formulées.

44. Plan de l'étude. Au regard du champ précisé et de la méthode adoptée pour la présente recherche, afin de répondre à l'objectif déterminé de l'appréhension des smart contracts par le droit des contrats, l'objet même de l'étude doit être précisément analysé sous toutes ses facettes : techniques, pratiques, juridiques... La connaissance et la maîtrise de l'objet d'étude sont indispensables pour parvenir à en tirer des conséquences juridiques pertinentes et fécondes. Car il s'agit bien, dans cette étude, de déterminer dans quelle mesure une utilisation contractuelle des smart contracts est envisageable et utile pour les contractants. Il faudra alors

¹⁹² Loi n° 2018-287 du 20 avril 2018 ratifiant l'ordonnance n° 2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations.

¹⁹³ V. sur le sujet, L.-M. AUGAGNEUR, « Le projet de réforme du droit des contrats : le destin manqué de la transformation numérique », *RLDI*, 2015, n° 117, p. 55 ; G. LOISEAU, « Le contrat électronique, l'indigent de la réforme du droit des contrats », *CCE*, 2016, n° 9, p. 15

¹⁹⁴ Loi n° 2000-230 du 13 mars 2000 portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l'information et relative à la signature électronique ; Loi n° 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique.

déterminer les règles qui leur sont applicables dans cette perspective, en respectant l'équilibre délicat entre la préservation du droit commun en vigueur et la nécessité de proposer un cadre juridique clair et apportant une sécurité juridique renforcée aux parties souhaitant recourir à des smart contracts.

À cette fin, il convient de se livrer à une analyse des smart contracts en les confrontant à la notion même de contrat, pour déterminer dans quelle mesure ils entrent dans la sphère contractuelle (Partie 1), avant de s'intéresser aux règles à leur appliquer et aux adaptations qui pourraient apparaître nécessaires (Partie 2).

Partie 1 – L'analyse des smart contracts

Partie 2 – Les règles applicables aux smart contracts

Première Partie – L’analyse des smart contracts

45. Les smart contracts, ces programmes informatiques pouvant être automatiquement exécutés par informatique, sont depuis quelques années utilisés sur des blockchains. Ils revêtent des intérêts très divers, du fait de l’infinie possibilité de programmation informatique. Dans cette perspective, il est tout à fait envisageable de faire entrer les smart contracts dans la sphère contractuelle, en renouant ainsi avec la vision de leur concepteur, Nick Szabo¹⁹⁵. Les smart contracts pourraient alors être des instruments technologiques au service de la pratique contractuelle.

Les smart contracts ne sont pas une innovation technologique isolée. Ils ont été mis en place et développés en même temps que tout un pan d’innovations techno-contractuelles, bien peu connues du droit des contrats. Pour réussir à appréhender juridiquement l’objet de l’étude, il est nécessaire, à titre préliminaire, de procéder à une présentation des technologies étudiées, à commencer par les smart contracts et la blockchain. D’autres outils ou techniques contemporains, et parfois complémentaires des smart contracts, doivent également être étudiés, en ce qu’ils permettent de comprendre l’environnement technologique des smart contracts. (Titre préliminaire).

Se pose alors la question de la possibilité du recours aux smart contracts comme instrument contractuel. À première vue, les caractéristiques techniques des blockchains et des smart contracts pourraient être de véritables obstacles dans cette perspective. La réalité de ces obstacles doit être étudiée pour savoir si le recours aux smart contracts dans un cadre contractuel est envisageable (Titre 1). Il sera ensuite possible de s’intéresser à la nature juridique de ces instruments, sans s’arrêter ni à leur dénomination ni à leur unicité apparente, pour tenter de proposer une qualification adéquate (Titre 2).

Titre Préliminaire – L’environnement technologique des smart contracts

Titre I – La possibilité d’un recours contractuel aux smart contracts

Titre II – La nature juridique des smart contracts

¹⁹⁵ V. *supra*, §2 et *infra*, §93 s.

TITRE PRELIMINAIRE – L’ENVIRONNEMENT TECHNOLOGIQUE DES SMART CONTRACTS

46. Une nécessaire maîtrise technique du sujet. Avant d’envisager d’appliquer le droit des contrats aux smart contracts, encore est-il nécessaire de maîtriser autant que possible les aspects techniques du sujet, c’est-à-dire de la blockchain et des smart contracts. La connaissance technique, adaptée à notre compréhension de juriste, paraît indispensable pour réussir à identifier les éventuels points d’achoppement qui pourraient survenir avec le droit des contrats. C’est seulement grâce à cette maîtrise technique qu’il est possible d’envisager l’entrée des smart contracts dans la sphère contractuelle. Ainsi, la connaissance de l’instrument permettra de ne pas éluder les difficultés pouvant surgir de la confrontation de la technique au droit. Cette connaissance s’inscrit dans un contexte technologique plus large.

47. La dynamique techno-contractuelle. Les smart contracts et la blockchain ne sont pas les seules innovations technologiques qui sont venues bouleverser la sphère contractuelle. À partir des années 1980, un contexte technologique dynamique se met en place et les innovations foisonnent. Toutes ont pour point commun d’être utilisées sur internet et de faciliter la vie quotidienne ou les échanges commerciaux à l’aide de l’informatique. Au sein d’une myriade d’innovations contemporaines, il est nécessaire d’identifier clairement les technologies étudiées, c’est-à-dire les smart contracts et la blockchain. La présentation de ces technologies permettra ainsi d’en expliquer le fonctionnement (Chapitre 1).

Plus généralement et avant les smart contracts et la blockchain, le recours à l’informatique ou à l’intelligence artificielle a permis de développer tout un contexte techno-contractuel ces dernières décennies. Ainsi en est-il des contrats utilisant l’informatique, sans se limiter aux contrats conclus par voie électronique, et de l’intelligence artificielle au service du processus contractuel, qu’il s’agisse d’agents contractuels informatisés ou d’objets connectés. Mieux encore, c’est le développement de ces innovations, souvent complémentaires des smart contracts, qui a permis de créer un contexte favorable au recours aux smart contracts déployés sur la blockchain (Chapitre 2).

Chapitre 1 – La présentation des technologies étudiées : la blockchain et les smart contracts
Chapitre 2 – Le contexte techno-contractuel contemporain, favorable au développement des smart contracts

Chapitre 1 – La présentation des technologies étudiées : la blockchain et les smart contracts

48. Qu'est-ce qu'un smart contract ? Comment fonctionne-t-il ? À quoi sert-il ? D'où vient l'expression et comment se décline-t-elle en pratique ? Le juriste est légitimement démuni face aux innovations technologiques. La présentation technique, pratique et théorique des smart contracts permettra de répondre aux multiples interrogations qui viennent au juriste, peu familier des détails techniques et informatiques. Mais il faut d'abord étudier le fonctionnement de la blockchain pour entrevoir les avantages – et potentiels inconvénients – que ce nouvel outil technologique offre aux smart contracts. En effet, présenter la blockchain avant les smart contracts répond à la logique contemporaine de révélation de ces technologies au grand public. Les smart contracts étaient en effet très peu connus avant l'arrivée des blockchains. Ces dernières ont permis de donner un cadre de développement et d'expansion considérable aux smart contracts. La présente étude a également suivi cette démarche : c'est en explorant le fonctionnement et les applications de la blockchain qu'ont pu être décelés tant l'existence des smart contracts que l'intérêt très vif qu'ils suscitent en droit français. Seront ainsi présentés successivement la blockchain (Section 1) et les smart contracts (Section 2).

Section 1 – La blockchain

Section 2 – Les smart contracts

Section 1 – La blockchain

49. Nécessaire immersion technologique. Qu'est-ce que la blockchain et d'où nous vient cette innovation ? Comment fonctionne cette chaîne de blocs ? Pour surmonter l'incompréhension devant la nouveauté technologique des années 2010-2020, il faut replacer la blockchain dans son écosystème, à la fois historique et technologique. Une introduction à la blockchain (I) donnera quelques éléments de contexte et d'historique technologique avant de d'examiner le fonctionnement de la blockchain (II). Les précisions techniques s'avèrent nécessaires en ce qu'elles permettent de proposer une définition de la blockchain et d'établir des distinctions intrinsèques, entre les catégories de blockchains, et extrinsèques, avec des outils très proches (III).

I. Introduction à la blockchain

50. La blockchain provient d'une longue maturation technologique et philosophique. Un premier panorama général sur la blockchain (A) et un aperçu des difficultés qui restaient irrésolues jusqu'à cette innovation (B) sont nécessaires pour en comprendre plus tard le fonctionnement technique¹⁹⁶.

A. Premières vues sur la blockchain

51. Un registre ouvert à tous. La blockchain est la grande nouveauté technologique de la décennie 2010. « Imaginez qu'au centre de la place de la Concorde à Paris, à côté de l'Obélisque on installe un très grand cahier, que librement et gratuitement, tout le monde puisse lire, sur lequel tout le monde puisse écrire, mais qui soit impossible à effacer et indestructible »¹⁹⁷ : c'est ainsi que le mathématicien français Jean-Paul Delahaye décrit la

¹⁹⁶ Pour une bibliographie accessible en français, v. A. BEELEN, *Tout sur la blockchain et ses applications*, Anthemis, 2021 ; *Comprendre les blockchains (chaînes de blocs)*, Les notes scientifiques de l'office, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2018 ; *Les impacts des réseaux distribués et de la technologie blockchain dans les activités de marché*, Paris Europlace, Groupe Fintech, 2017, p. 11-22 ; *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.* ; *Comprendre la blockchain*, UChange, 2016. Pour une bibliographie en anglais, v. par ex. : K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 324-330 ; D. YERMACK, « Corporate Governance and Blockchains », *Review of Finance*, 10 janvier 2017, p. 10-17 ; A. LEWIS, « A Gentle Introduction to Blockchain Technology », sur *Bits on Blocks*, 9 septembre 2015 (en ligne : <https://bitsonblocks.net/2015/09/09/gentle-introduction-blockchain-technology/>).

¹⁹⁷ J.-P. DELAHAYE, « La puissance de la blockchain », sur <http://www.scilogs.fr/complexites/la-puissance-de-la-blockchain/>, 15 novembre 2014.

blockchain. Tel un livre de comptes, cet outil technologique permet de procéder à des transactions entre les utilisateurs du registre, sans autorité centralisatrice de contrôle. Les transactions sont regroupées en blocs, lesquels sont ensuite ajoutés un à un à une chaîne de blocs déjà validés : c'est pourquoi ce registre de données est appelé « blockchain » ou « chaîne de blocs » en français¹⁹⁸.

52. Une machine de confiance¹⁹⁹. La blockchain permet de procéder à des transactions de façon sécurisée et sans organe central de contrôle. Cet outil informatique est présenté comme incarnant lui-même la confiance nécessaire aux transactions passées entre des individus qui ne se connaissent pas au préalable : la blockchain permet de procéder à des transactions, c'est-à-dire à des transferts irrévocables de propriété d'actifs numériques, sans organe central de contrôle ni tiers de confiance²⁰⁰.

En effet, « la confiance établie entre deux personnes ne repose que sur les mathématiques, ce qui permet de s'émanciper de tout tiers de confiance, étatique ou privé »²⁰¹. À l'opposé des systèmes traditionnels centralisés, la blockchain est un *registre distribué fonctionnant en réseau décentralisé²⁰². C'est la technologie elle-même qui devient le tiers garant des échanges conclus entre ses utilisateurs : la blockchain serait ainsi un nouveau tiers de confiance et pourrait se substituer aux tiers de confiance traditionnels et institutionnels. À l'image d'un livre, tout le monde peut lire la blockchain. C'est pourquoi la blockchain est dite transparente²⁰³. Les transactions sont accessibles librement, par une simple connexion à un site internet pour certaines blockchains²⁰⁴.

53. Genèse idéologique et lancement de la première blockchain. La première blockchain a été mise en place après la parution le 31 octobre 2008 d'un article (*white paper*)²⁰⁵,

¹⁹⁸ Sur le choix du vocabulaire employé, v. *supra* §6.

¹⁹⁹ V. la couverture du quotidien *The Economist*, du 31 octobre 2015, consacrée à la blockchain et intitulée « *The trust machine. How the technology behind bitcoin could change the world* » (« The trust machine. The technology behind bitcoin could transform how the economy works », *op. cit.*).

²⁰⁰ L'idée est qu'une technologie « peut véhiculer de la confiance sans qu'un tiers, généralement une autorité ou une institution (une banque, une poste, un État, une commune, etc.) ne soit impliqué » (*Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 24).

²⁰¹ Y. DE MOMBYMES, « Anarchie, cypherpunk et liberté : les racines philosophiques du bitcoin », sur *Contrepoints.org*, 17 mars 2018 (en ligne : <https://www.contrepoints.org/2018/03/17/311911-anarchie-cypherpunk-et-liberte-les-racines-philosophiques-du-bitcoin>).

²⁰² Le registre est distribué sur les ordinateurs de chacun des utilisateurs du réseau décentralisé. V. *infra*, §63 sur les architectures distribuées en informatique.

²⁰³ Dans le cas des blockchains publiques, tout participant au réseau peut à la fois lire et écrire sur ce grand livre. Si la blockchain est privée, seuls quelques participants désignés peuvent ajouter des transactions.

²⁰⁴ À commencer par la plus célèbre, la blockchain Bitcoin, accessible à l'adresse www.blockchain.info ; pour la blockchain Ethereum, v. <https://etherscan.io>.

²⁰⁵ S. NAKAMOTO, « Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System », 31 octobre 2008 (en ligne : <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>). Le premier bloc (bloc zéro) a été miné le 3 janvier 2009. Source sur l'explorateur de la

signé par un certain Satoshi Nakamoto²⁰⁶, comme support du lancement d'une monnaie virtuelle, sans État ni banque centrale²⁰⁷. Le bitcoin était né, et avec lui la technologie blockchain. Ce nouveau protocole informatique puise ses origines dans le mouvement libertarien de la fin du XX^e siècle et porté par les « *cypherpunks* »²⁰⁸. La communauté « *cypherpunk* », née dans les années 1990²⁰⁹, regroupe des mathématiciens, cryptographes, informaticiens et hackers, « dans le but de militer pour la protection de la vie privée, en particulier par l'usage de la cryptographie »²¹⁰. Il s'agit d'écarter tant que possible « les risques grandissants d'intrusion des États ou de sociétés privées dans la vie privée des individus »²¹¹.

Cette idéologie se propose d'utiliser les méthodes cryptographiques pour garantir l'intégrité de la vie privée et le secret des correspondances, grâce à un chiffrement des échanges, en l'absence de tierce partie et toute surveillance étatique²¹². Le bitcoin a été perçu comme une réponse adéquate au mouvement libertarien de défiance envers les États et les banques, et, de manière générale, envers toutes entités centralisatrices à la suite de la crise bancaire et financière de 2007. L'inspiration libertarienne chez Satoshi Nakamoto ne fait aucun doute, et ce pseudonyme pourrait bien couvrir un groupe de personnes ayant appartenu à ce mouvement ; créer une monnaie virtuelle sans contrôle d'un État ou d'une banque centrale répond à l'idéal libertarien d'une liberté totale des individus, sans contrôle ni oppression²¹³.

54. La blockchain aujourd'hui : un outil aux fonctions multiples. C'est seulement dans un second temps que la blockchain est apparue comme un outil de certification et

blockchain

Bitcoin :

<https://www.blockchain.com/btc/block/00000000019d6689c085ae165831e934ff763ae46a2a6c172b3f1b60a8ce26f>.

²⁰⁶ Ce pseudonyme regroupe probablement plusieurs individus. L'identité de la personne ou des personnes se cachant derrière Satoshi Nakamoto reste à ce jour inconnue et fait l'objet de nombreuses spéculations et recherches. Sur le sujet, v. par exemple, N. POPPER, « Decoding the Enigma of Satoshi Nakamoto and the Birth of Bitcoin - The New York Times », sur *The New York Times*, 15 mai 2015 (en ligne : <https://www.nytimes.com/2015/05/17/business/decoding-the-enigma-of-satoshi-nakamoto-and-the-birth-of-bitcoin.html>).

²⁰⁷ « A purely peer-to-peer version of electronic cash would allow online payments to be sent directly from one party to another without going through a financial institution » (S. NAKAMOTO, « Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System », 31 octobre 2008, *op. cit.* ; nous traduisons : Une version purement pair-à-pair de l'argent électronique permettrait d'envoyer directement des paiements en ligne d'une partie à une autre sans passer par une institution financière).

²⁰⁸ V. *supra*, §18.

²⁰⁹ Le premier texte rattaché aux « *cypherpunks* », intitulé « Le Manifeste crypto-anarchiste », a été écrit en 1988 par Timothy May, un des contributeurs majeurs de cette communauté et ensuite publié en ligne en 1992 (T. MAY, « The Crypto Anarchist Manifesto », sur <https://activism.net/cypherpunk/crypto-anarchy.html>, 22 novembre 1992 (en ligne : <https://activism.net/cypherpunk/crypto-anarchy.html>)).

²¹⁰ Y. DE MOMBYMES, « Anarchie, cypherpunk et liberté : les racines philosophiques du bitcoin », *op. cit.*

²¹¹ *Id.*

²¹² *Blockchain, au défi de la confiance, op. cit.*, p. 9.

²¹³ V. sur le sujet, *Id.* : « le Bitcoin se présente idéologiquement comme l'accomplissement par la technique du projet néolibérale de fin de monopole de l'État-nation sur le corps social. Le caractère décentralisé et autogéré s'alimentent du rêve libertarien de la fin d'un contrôle politique et gouvernemental des échanges, censé être la cause d'injustices sociales provoquées par l'entente anti-démocratique entre capital et pouvoir ».

d'horodatage et permettant de s'assurer de la véracité des informations échangées²¹⁴. Chaque transaction enregistrée dans une blockchain peut en effet inclure la représentation numérique d'un actif ou d'un document²¹⁵, grâce à l'utilisation d'une fonction de hachage²¹⁶. Les cas d'usages envisageables de la blockchain qui en résultent sont potentiellement innombrables. Pourtant, à son lancement, la blockchain était pensée uniquement comme support d'une monnaie virtuelle, créée pour défier les institutions centralisées. Pour offrir un aperçu de l'utilité pratique de la technologie de registre distribué, trois types d'applications sont généralement mis en avant²¹⁷ : les transferts d'actifs, les utilisations de registre et le déploiement de smart contracts.

55. Les transferts d'actifs. Tout d'abord, la blockchain permet de transférer des cryptoactifs, autrement dit des actifs numériques, de façon quasi instantanée. Il suffit que l'actif puisse être représenté de façon numérique pour faire l'objet d'une transaction enregistrée sur une blockchain. Sont ainsi concernés non seulement des unités de monnaie virtuelle mais aussi des titres, des actions, des obligations, des votes²¹⁸, dans la mesure où cette technologie permet de vérifier deux choses : d'une part, que l'initiateur de la transaction est bien détenteur des actifs qu'il souhaite transférer, et d'autre part, qu'il ne les a pas déjà transférés. C'est pourquoi il est avancé que la blockchain révolutionne la transmission de la valeur, de la même manière que l'internet avait révolutionné la transmission de l'information²¹⁹.

56. L'utilisation de la blockchain comme registre. Ensuite, la blockchain étant un registre distribué et consultable par tous de façon sécurisée, dont les inscriptions sont horodatées²²⁰, il est logique que des blockchains soient développées pour des utilisations de

²¹⁴ *Rapport Paris Europlace, op. cit.*, p. 5 : « La blockchain s'est rapidement révélée être un formidable outil de certification qui, reposant sur la confiance mutuelle entre les membres d'une communauté, permettrait de rendre un processus de décision optimal. Réputée infalsifiable, la blockchain promet à ses utilisateurs de s'assurer de la véracité des informations présentées ».

²¹⁵ Il peut s'agir d'un fichier texte au format word, pdf, etc. ; un fichier photo, une image, un fichier vidéo, un fichier 3D, etc.

²¹⁶ V. *infra*, §67.

²¹⁷ V. les différents rapports sur le sujet : *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains), op. cit.* ; *Comprendre les blockchains (chaînes de blocs), op. cit.* ; *Les enjeux des blockchains, op. cit.* ; V. FAURE-MUNTIAN, C. DE GANAY et R. LE GLEUT, *Les enjeux technologiques des blockchains (chaînes de blocs)*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2018.

²¹⁸ V. en ce sens, D. LEGAIS, « Blockchain et droit des sociétés. Quelles perspectives ? Quelle incidence véritable de la technologie ? », *Droit des sociétés*, n° 2, février 2022, n° 12, et plus généralement, pour des exemples en droit des sociétés notamment sur l'exercice des droits de vote (E. GUEGAN, « Blockchain et assemblées d'actionnaires », in *Blockchain et droit des sociétés*, V. Magnier et P. Barban (dir.), Dalloz, 2019, p. 151-159) et autres droits des actionnaires (G. GOFFAUX-CALLEBAUT, « Blockchain et droit des actionnaires », in *Blockchain et droit des sociétés, op. cit.*, p. 139-149).

²¹⁹ C. JEANNEAU, *L'âge du web décentralisé, op. cit.*, p. 13.

²²⁰ V. *infra*, §78.

registre très diverses. Par exemple, les inscriptions inscrites peuvent être très utiles dans les chaînes de distribution où une même information doit être retransmise entre de nombreux intermédiaires²²¹, de la même façon pour l'émission et la transmission de titres financiers²²², ou toute autre information dont il est important que les différents acteurs aient accès de façon certaine et en s'assurant de l'absence de corruption ou de falsification de celle-ci – pensons ainsi à des inscriptions cadastrales, un dossier médical partagé, des diplômes certifiés, des brevets et droits d'auteur²²³, ou encore la traçabilité de produits rares ou critiques²²⁴.

57. Les smart contracts. Enfin, des programmes informatiques auto-exécutants ou « *smart contracts* » peuvent être déployés et exécutés sur une blockchain. Un smart contract est un programme informatique autonome qui exécute automatiquement des actions programmées selon un protocole « *if... then...* » : si telles conditions sont remplies, alors tel effet se produira automatiquement. Les smart contracts peuvent fonctionner sur une blockchain puisqu'il est possible de coder des instructions (c'est-à-dire un programme informatique) dans une transaction pour, par exemple, prévoir l'exécution automatique et autonome d'opérations. Le champ des possibles semble sans limites : règlement des indemnités d'assurance²²⁵, paiement automatique des droits d'auteur²²⁶, *leasing* de voiture avec sanction automatique en cas non-paiement répété de plusieurs mensualités²²⁷, chaîne logistique avec un déclenchement de commande de nouveaux produits dès qu'un nombre fixé de produits est vendu, etc.

²²¹ Pour un exemple détaillé en matière de santé, où le recours à la blockchain améliore la chaîne de distribution des médicaments, v. CABINET SIMMONS&SIMMONS LLP, « Le droit et la technologie blockchain : une approche sectorielle », CCC, étude 10, n° 10, octobre 2017, n° 21.

²²² V. *supra*, §7.

²²³ V. ainsi la solution proposée par la startup *BlockchainYourIP* qui propose une version de l'enveloppe Soleau sur la blockchain, pour quelques centimes d'euros (<https://blockchainyourip.com>), ou encore la plateforme *Ipocamp* (www.ipocamp.io) qui s'affiche comme un outil probatoire « qui vous permet de prouver l'antériorité de vos créations et de faire valoir vos droits en cas d'atteintes ou d'accusations infondées ».

²²⁴ Il est possible de citer notamment les plateformes *Everledger* (<https://everledger.io>), *Ariane* (<http://arianee.org>) ou encore *GoodID* (<https://www.goodsid.io>). Ces plateformes proposent la traçabilité d'objets rares, d'objets précieux, d'objets de luxe, ou encore de batteries de voiture ou d'ordinateurs, de médicaments, etc. Des marques de luxe travaillent avec ces plateformes pour lutter contre la contrefaçon garantir à leurs clients l'authenticité d'un article. Pour les diamants, cas d'usage initialement développé par *Everledger*, l'idée est d'assurer la provenance de chaque diamant brut à l'aide d'un signe non décelable à l'œil nu et dont la référence est inscrite sur la blockchain, afin de créer un marché sain du diamant éthique et d'origine vérifiée.

²²⁵ V. sur le sujet, A. COHN, T. WEST et C. PARKER, « Smart after all: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids », *Georgetown Law Tech Review*, vol. 1, 2017, p. 273-297 ; B. DENIS *et al.*, « La Blockchain dans le secteur de l'assurance », *op. cit.*

²²⁶ L'exemple est notamment mentionné par M. MEKKI, « Le contrat, objet des smart contracts », *op. cit.* et par N. BINCTIN, « Quelle place pour la blockchain en droit français de la propriété intellectuelle ? », *op. cit.* ; M. SOULEZ, K. LEFEVRE et C. ZLOTYKAMIEN, « La blockchain serait-elle l'avenir de la musique ? », *Propriétés intellectuelles*, n° 65, octobre 2017, p. 27-31.

²²⁷ N. SZABO, « Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets », 1996 (en ligne : https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html).

58. Synthèse. De façon très schématique, la blockchain ou chaîne de blocs est avant tout un simple fichier, un registre de données : il s'agit en effet de regrouper et de stocker des données suivant une logique définie. La logique choisie est celle de la structuration des données en une chaîne de blocs, lisible par tous. Tout type de transaction peut être inscrit sur la blockchain, qui est avant tout un registre programmable et numérique. La fonction de registre permet de suivre les mouvements effectués, de quelque nature qu'ils soient et, en premier lieu, les transferts d'actifs numériques. Si la blockchain Bitcoin n'avait été conçue que pour exécuter des scripts informatiques très simples pour mener à bien les transferts de monnaie virtuelle²²⁸, la blockchain Ethereum a ensuite mis en place la possibilité d'exécuter des smart contracts²²⁹ et a été suivie par de nombreuses autres blockchains.

Ces blockchains ont vu le jour grâce à l'agrégation ingénieuse de plusieurs innovations progressivement développées, venant résoudre des difficultés jusque-là jamais entièrement surmontées.

B. Les difficultés irrésolues avant la blockchain

59. La blockchain, une fausse nouveauté technologique. Il n'a pas été simple de parvenir à la solution proposée par Satoshi Nakamoto pour permettre d'exécuter des transactions de façon transparente et en toute sécurité. Pourtant, loin d'innover intrinsèquement pour arriver à cette solution, la blockchain fait appel à plusieurs technologies déjà bien connues. L'idée de départ, qui remonte aux années 1980, était de mettre en place une monnaie virtuelle qui permette de libérer les échanges du cyberspace du contrôle des États et des institutions bancaires et financières, suivant le credo libertarien. Si une telle monnaie existait, les transactions seraient véritablement libres²³⁰. Ce mouvement a donné du souffle à la recherche scientifique, en particulier dans le domaine cryptographique, mais plusieurs obstacles techniques persistaient pour réussir à atteindre l'objectif libertarien. C'est alors la blockchain, conçue quelques décennies plus tard, qui apporta les solutions à des problèmes restés jusque-là sans réponse suffisamment cohérente.

60. Réussir à créer une monnaie virtuelle. Les protocoles blockchains sont présentés comme l'assemblage intelligent des technologies de *registre distribué, de *réseau pair-à-pair, de structuration de données par *chaînage cryptographique, avec l'utilisation de la

²²⁸ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », 17 août 2017 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3038406>), p. 6 et p. 24-25.

²²⁹ V. *infra*, §97 s. sur le déploiement des smart contracts sur la blockchain.

²³⁰ V. *supra*, §18 et §60.

*cryptographie asymétrique et de la validation par *consensus²³¹. Ces technologies ont été développées dès les années 1970. Or, pour les crypto-anarchistes, la quête technique d'une monnaie numérique, virtuelle et réellement décentralisée a été longue et semée d'embûches (1). Allant d'échecs en innovations, les chercheurs ont tenté d'utiliser de nombreux outils technologiques pour y parvenir, mais en vain (2). Il faudra attendre leur assemblage intelligent en 2008 pour atteindre cet objectif.

1) *La difficile recherche technique d'une monnaie numérique décentralisée et sécurisée*

61. L'expérience Digicash : à la recherche de l'or libertarien. Si le bitcoin est souvent présenté comme la première monnaie virtuelle, il est en réalité l'aboutissement de longues années de recherche. Dès les années 1980, des essais de monnaies numériques voient le jour. L'objectif d'une monnaie virtuelle indépendante représente l'étape ultime pour les libertariens : si le cyberspace leur a donné un monde délivré des contraintes étatiques, des frontières et de la censure, reste encore à réaliser la possibilité de mener à bien des transactions sans se soumettre à une monnaie étatique et au contrôle d'une banque ou autre institution financière.

Le *digital cash* (« monnaie numérique ») a été conceptualisé dès 1983 par David Chaum au sein de la société Digicash²³² : un serveur central permettait de régler le problème de la double dépense, c'est-à-dire de s'assurer de l'impossibilité pour un détenteur d'une unité de *digital cash* de dépenser deux fois cette unité auprès de deux entités différentes. Cette expérimentation, pourtant la plus aboutie entre les différentes initiatives de monnaies virtuelles, a été un échec en raison de l'incompatibilité entre la centralisation, l'anonymat et le problème de la double dépense. Voyons plus précisément ces obstacles techniques.

62. Les monnaies numériques et les obstacles techniques. Les problèmes sont légion. D'abord, il faut que le réseau soit suffisamment solide et distribué entre les ordinateurs des utilisateurs pour assurer une persistance en cas d'attaque sur un des serveurs : c'est la question du passage du réseau centralisé aux architectures distribuées. Se libérer de l'autorité centralisatrice est au cœur de l'objectif recherché. Ensuite, il faut assurer une sécurité des

²³¹ Sur ces technologies, v. *infra*, §63 s.

²³² M. PILKINGTON, « Blockchain Technology: Principles and Applications », 18 septembre 2015 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=2662660>). Selon M. May à l'époque (courant des années 1990), la société Digicash propose alors la technologie la plus intéressante parmi les autres tentatives de monnaies numériques (v. T. MAY, « Crypto Anarchy and Virtual Communities », sur *Satoshi Nakamoto Institute*, 1994 (en ligne : <https://nakamotoinstitute.org/virtual-communities/>). V. aussi sur le sujet en français, *Comprendre les blockchains (chaînes de blocs)*, *op. cit.*

transactions, dès lors qu'il n'y a pas d'autorité pour contrôler qu'un actif n'est pas dépensé deux fois ou qu'une transaction n'a pas été altérée par un acteur malveillant sur le réseau : plusieurs outils cryptographiques permettraient de résoudre ce problème. Enfin, si les transactions sont présentes sur un registre distribué et décentralisé, il faut être certain que la version du registre est la même pour tous les utilisateurs à tout moment : la validation des transactions par consensus voit le jour. Il ne faut pas oublier non plus une donnée au cœur de la pensée libertarienne et du fonctionnement du cyberspace : l'anonymat des parties doit pouvoir être assuré à tout moment. Il faut donc réussir à créer une monnaie virtuelle sécurisée, sans organe central et sans risque de double dépense, tout en ayant la certitude que la transaction a été initiée par celui qui l'a signée, en maintenant l'anonymat des parties.

2) *Des outils technologiques éparpillés*

63. Les architectures distribuées. Pourquoi passer d'un réseau centralisé à un réseau distribué ? Dans un réseau centralisé, la confiance réside dans l'autorité centralisatrice désignée pour tenir le registre commun à tout le réseau. L'entité centralisatrice tranche alors les différends et certifie l'exactitude des données inscrites. Mais si l'autorité s'avère corrompue ou arbitraire, la confiance s'écroule²³³. De plus, la centralisation du réseau peut présenter un défaut très important : en cas d'attaque du serveur central, c'est tout le réseau qui peut dysfonctionner.

À l'inverse, dans un réseau distribué, le réseau comporte plusieurs serveurs. Il devient ainsi résistant aux attaques. Chaque *nœud, c'est-à-dire un utilisateur jouant un rôle dans le fonctionnement normal du registre, en détient une copie identique. Si un nœud est défaillant (son ordinateur est en panne, il cesse d'utiliser la blockchain, un acteur malveillant prend le contrôle de son ordinateur...), les autres nœuds permettent toujours l'accès aux informations pour tous les utilisateurs. L'architecture distribuée permet ainsi de garantir une stabilité et une continuité du registre, qui n'a donc pas de point unique de défaillance.

Ce sont ces deux raisons principales qui ont entraîné le développement des architectures distribuées à compter des années 1990, dont le web, réseau ouvert et décentralisé, est un exemple pionnier²³⁴. Certes, un réseau peut être physiquement distribué mais avoir une organisation centralisée, comme peut l'être un réseau distribué avec un serveur unique pour l'ensemble des clients²³⁵. Le passage à un réseau distribué et décentralisé permet de se passer des autorités de confiance, perçues comme corrompues selon la philosophie libertarienne, tout

²³³ *Rapport Paris Europlace, op. cit.*, p. 14.

²³⁴ V. *Comprendre la blockchain, op. cit.*, p. 8.

²³⁵ *Rapport Paris Europlace, op. cit.*, p. 13.

en assurant une résilience aux cyberattaques d'autant plus élevée que le réseau comportera plus de serveurs.

64. Le problème des généraux byzantins et l'intégrité du réseau²³⁶. Sur un réseau décentralisé, aucune autorité de contrôle ne certifie l'origine ni l'intégrité des *messages transmis. Dès lors, comment s'assurer de la fiabilité de la transmission d'informations *via* des composants informatiques ? Dans l'étude publiée en 1982 par trois cryptographes²³⁷, l'idée était de trouver une solution à la fiabilité des transmissions et de gérer la défaillance d'un ou plusieurs des composants du système informatique, par exemple la transmission d'une information contradictoire. La métaphore utilisée par les cryptographes est celle des généraux byzantins : l'empereur est absent à la veille d'une importante attaque, pour laquelle il est nécessaire que tous les généraux attaquent simultanément. Comment permettre la confirmation de l'heure de l'attaque par chacun des généraux ?

Pour y parvenir, il faut mettre en place un système de confiance distribuée (entre les généraux) en l'absence d'autorité de certification (l'empereur). Deux points cruciaux sont à maîtriser. D'abord, vérifier que le message reçu est effectivement celui que l'expéditeur a envoyé, ce qui sera réglé en construisant une confiance par paires : la cryptographie asymétrique règle ce premier point²³⁸. Ensuite, informer les tiers que la communication entre deux protagonistes de la paire a été vérifiée et que le reste des personnes peuvent faire confiance au contenu du message ainsi vérifié. L'étude démontre qu'au sein d'une chaîne d'ordres, si le message est assorti d'un algorithme, le destinataire saura avec certitude si le message a été corrompu ou non. La validation par consensus couplée au chaînage cryptographique permettent de résoudre ce second problème²³⁹.

65. Identifier les participants et signer les transactions : la cryptographie asymétrique. Traditionnellement, pour envoyer un message codé, un codage crypté était utilisé pour chiffrer et déchiffrer des messages, chaque utilisateur possédant ce code. Le problème résidait dans la diffusion du code crypteur, fragilisant la protection octroyée. La cryptographie asymétrique a alors été mise au point grâce à des travaux diffusés en 1976 et 1978²⁴⁰. Cette

²³⁶ V. sur le sujet : *Ibid.*, p. 21 ; A. TSOUKIAS, « Pourquoi les problèmes d'une armée byzantine aident à construire une confiance distribuée ? », *JCP E*, 2017, p. 1468.

²³⁷ L. LAMPORT, R. SHOSTAK et M. PEASE, « The Byzantine Generals Problem », *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, vol. 4, n° 3, 1982, p. 382-401.

²³⁸ V. *infra*, §65.

²³⁹ V. *infra*, §66-67.

²⁴⁰ W. DIFFIE et M. HELLMAN, « New directions in cryptography », *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 22, n° 6, novembre 1976, p. 644-654 (en ligne : <http://ieeexplore.ieee.org/document/1055638/>) ; R. L. RIVEST, A. SHAMIR et L. ADLEMAN, « A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems », 1^{er} septembre 1977, p. 15 (en ligne : <https://people.csail.mit.edu/rivest/Rsapaper.pdf>).

avancée permet désormais d'établir une communication secrète entre deux personnes sans établissement de secret préalable. Avec la cryptographie asymétrique, deux clés sont utilisées, l'une privée et l'autre publique²⁴¹. Illustrons-en le fonctionnement.

Pour recevoir des messages cryptés par n'importe qui, Alice diffuse sa *clé publique. N'importe qui peut alors chiffrer un message à l'attention d'Alice. Seule Alice peut lire le message chiffré car elle seule possède la *clé privée correspondant à la clé publique utilisée pour chiffrer le message. Dit simplement, seule la clé privée permet de déchiffrer le message. Pour envoyer des messages en clair, c'est-à-dire non chiffrés, tout en donnant la certitude qu'elle est l'expéditrice des messages, Alice rédige le message en clair et inclut sa signature cryptographique grâce à sa clé privée. Le destinataire du message peut vérifier qu'il s'agit de la signature d'Alice grâce à la clé publique que celle-ci avait diffusée. Personne ne peut copier la signature car seule Alice possède sa clé privée. Ainsi, la communication entre deux entités est sécurisée et il est possible de signer électroniquement des messages. Reste alors à informer le réseau.

66. Assurer l'intégrité des transactions : la validation par consensus. La validation par consensus vise à remplacer l'autorité centrale de certification, dont le rôle est de s'assurer que le registre est tenu à jour et qu'il n'a pas été falsifié. Cette substitution est opérée au moyen de règles applicables à la communauté des utilisateurs du réseau pair-à-pair distribué afin de se mettre d'accord sur la mise à jour du registre : c'est le consensus recherché. Le protocole prévoit comment chaque nœud doit traiter les transactions et à quelles conditions les nœuds doivent accepter ou rejeter le traitement fait par les autres participants²⁴². L'idée est de parvenir à un consensus entre tous les participants s'agissant du contenu du registre de transactions à un moment donné. Le consensus est essentiel au bon fonctionnement du registre²⁴³.

67. Assurer l'inaltérabilité des transactions validées : le chaînage des blocs à l'aide du hachage cryptographique. Si l'intégrité de chaque transaction est ainsi assurée, encore

²⁴¹ La clé privée est l'identifiant privé d'un utilisateur du réseau, la clé publique est à l'inverse connue de tous. V. également le lexique proposé dans l'ouvrage collectif SMART CONTRACT ACADEMY, *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, op. cit. : « Clé publique / Clé privée : Terminologies employées dans le cadre de la cryptographie asymétrique. Une paire composée d'une clé publique et d'une clé privée est produite par l'utilisateur. La clé publique est transmise sur les réseaux. Un correspondant peut l'utiliser pour alors chiffrer un message qui ne pourra être lu que par l'utilisateur. À l'inverse, le propriétaire de la clé privée peut aussi l'utiliser pour signer un message. La signature pourra être alors vérifiée au moyen de la clé publique. C'est le procédé de signature utilisé pour les transactions. »

²⁴² *Unlocking the blockchain - A global legal and regulatory guide*, Norton Rose Fulbright, 2016, p. 21-22.

²⁴³ V. les explications du *Rapport Paris Europlace*, op. cit., p. 15 : « L'évolution dynamique du consensus du réseau, c'est-à-dire la mise à jour du registre distribué doit se faire de manière ordonnée et fiable. Tout changement d'état du registre partagé doit être consensuel (tous les acteurs honnêtes doivent être d'accord sur la validité des transactions), fiable (seules les transactions honnêtes doivent être d'accord sur la validité des transactions) et efficace (le mode de gouvernance ne doit pas s'avérer trop coûteux au vu des objectifs fixés) ».

faut-il renforcer la sécurité pour empêcher l'altération des transactions. C'est ainsi qu'a été pensé le chaînage cryptographique des blocs de données, en utilisant la cryptographie classique et une structuration du registre, c'est-à-dire de l'ensemble des données, en une chaîne de blocs. Cette technologie permet de s'assurer de l'infalsifiabilité du réseau : les transactions sont regroupées dans des blocs de transactions et chaque bloc validé par consensus s'ajoute à la chaîne des blocs déjà validés. Pour éviter toute modification, des *empreintes cryptographiques sont utilisées d'un bloc à l'autre. En conséquence, si une donnée d'un bloc est modifiée par un acteur malveillant, l'empreinte de ce bloc sera faussée ainsi que celle de chacun des blocs suivants à partir du bloc contenant l'information modifiée, rendant la modification immédiatement détectable.

Plus précisément, il est fait appel à une technologie particulière : le hachage cryptographique. Le hachage cryptographique consiste à utiliser une fonction mathématique de hachage (*hash function*)²⁴⁴ pour calculer une empreinte numérique ou cryptographique²⁴⁵ (**hash*) à partir d'une donnée entrante. À partir de chaque document ou fichier numérique, on obtient un *hash* unique, matérialisé par une suite alphanumérique de caractères, et le moindre changement (une virgule d'un texte, un pixel d'une image) suffit à produire un *hash* entièrement différent²⁴⁶. Sa caractéristique est d'être à sens unique : il est pratiquement impossible de retrouver le document ou la donnée initiale à partir du *hash*. On peut illustrer cette fonction à sens unique avec l'exemple d'une empreinte digitale : chaque personne a une empreinte digitale unique pour chacun de ses doigts, que l'on obtient par exemple en plaçant son doigt trempé dans l'encre sur une feuille blanche. Chaque doigt de l'individu concerné laissera toujours la même empreinte. En revanche, si l'on ne dispose que de l'empreinte, il est impossible de reconstituer en 3D la personne qui l'a laissée...

Ainsi, en utilisant des empreintes cryptographiques uniques, faisant référence au bloc précédent, tout bloc de transactions validé vient s'ajouter à la fin de la chaîne déjà existante avec la certitude que ce qui précède n'a pas été modifié. La structuration en chaîne de blocs permet d'assurer un verrouillage des données entrées dans le registre. Ainsi, est écarté le risque de modification malveillante, par exemple pour dépenser une unité de monnaie virtuelle déjà transférée. Le problème de la double dépense est ainsi résolu.

68. L'insuffisance des solutions isolées. Bien que ces technologies constituent d'importantes avancées cryptographiques et mathématiques, il reste qu'elles n'apportent chacune que des solutions insuffisantes pour mettre en place une monnaie virtuelle à la fois

²⁴⁴ Il s'agit de la fonction SHA256.

²⁴⁵ Les deux adjectifs sont employés.

²⁴⁶ V. sur le sujet, *Rapport Paris Europlace, op. cit.*, p. 15.

sécurisée et décentralisée, tout en maintenant l'anonymat au moins partiel des parties prenantes. Il a fallu attendre la blockchain pour permettre enfin d'atteindre ce rêve libertarien.

II. Fonctionnement technique de la blockchain

69. La naissance d'une véritable monnaie virtuelle décentralisée. C'est bien la convergence de la cryptographie et des architectures distribuées, couplées à l'expérience du *digital cash* et à la technique de validation par consensus, qui ont permis de donner naissance à la blockchain. En effet, se trouvait réglé le problème de la double dépense, dans un réseau décentralisé où les transactions sont effectuées sous pseudonyme. De cette façon, les membres d'un tel réseau peuvent se transférer la propriété de jetons digitaux en toute confiance. De plus, le registre des transactions est distribué : chaque utilisateur en détient une copie, assurant ainsi une certaine permanence et inaltérabilité des informations qui y sont inscrites.

La première transaction de la blockchain Bitcoin a été initiée en janvier 2009. Une véritable monnaie virtuelle a enfin vu le jour, arborant toutes les caractéristiques recherchées. Le regroupement des technologies présentées ci-avant a permis de résoudre simultanément et efficacement toutes les difficultés empêchant d'atteindre cet objectif. Voyons comment se déroule une transaction sur la blockchain (A), avant de préciser les composants d'une blockchain (B).

A. Le déroulement d'une transaction sur la blockchain

70. La nécessité de l'agrégation des solutions. Le fonctionnement d'une blockchain implique la plupart des outils technologiques décrits : un réseau pair-à-pair, une base de données distribuée, des outils cryptographiques pour assurer la sécurité du réseau et l'intégrité des échanges entre les membres, un algorithme de consensus et un mécanisme d'incitations pour rémunérer les nœuds du réseau²⁴⁷. Comment se déroulent les différentes étapes de l'initiation de la transaction jusqu'à son insertion indélébile dans la blockchain ?

71. Prérequis : la validation par consensus et la mise à jour du registre. Il est nécessaire de préciser en amont la façon dont les blocs sont validés avant d'être ajoutés à la chaîne. En pratique, plusieurs transactions sont ajoutées dans un bloc. Pour que le bloc nouvellement formé soit ajouté à la chaîne de blocs déjà validés, il est nécessaire que l'ensemble

²⁴⁷ *Ibid.*, p. 11.

des utilisateurs de la blockchain soient d'accord : cela constitue alors une mise à jour du registre dont chacun d'eux détient une copie. Le mécanisme de consensus fixe précisément les règles en ce sens pour éviter des situations de blocage. L'idée est de parvenir à un consensus entre tous les participants sur le contenu de la blockchain à un moment donné. Dans la plupart des blockchains, le consensus est atteint lorsque plus de 50 % des nœuds estiment que la transaction est certifiée et vérifiée et qu'elle peut donc être ajoutée – au sein d'un bloc – à la blockchain.

Schématiquement, on peut distinguer deux grands types de consensus²⁴⁸ : d'une part, les mécanismes de *preuve de travail (*proof of work*) et d'autre part, les mécanismes de *preuve d'enjeu (*proof of stake*). Dans le premier et le plus répandu²⁴⁹, la résolution d'un problème cryptographique est exigée avant de pouvoir ajouter un bloc : le premier nœud (ou mineur²⁵⁰) à résoudre le problème cryptographique sera récompensé en cryptomonnaie, et présentera le nouveau bloc aux autres nœuds du réseau pour obtenir la validation du bloc par la majorité d'entre eux²⁵¹. Avec le mécanisme de la preuve d'enjeu²⁵², il est nécessaire d'être déjà impliqué dans le système et de détenir une certaine quantité d'unités de cryptomonnaie pour pouvoir modifier l'état du réseau²⁵³. Les règles ainsi fixées, voyons maintenant comment est initiée une transaction par un utilisateur.

72. L'initiation de la transaction. Un nouvel utilisateur d'une blockchain doit télécharger le logiciel depuis le site web dédié. Il se verra alors attribuer une clé publique, à diffuser publiquement sur le réseau, et une clé privée, à conserver en toute sécurité. Pour effectuer une transaction, l'utilisateur doit envoyer la transaction cryptée et signée grâce à sa clé privée sous forme de message devant être vérifié par les nœuds du réseau. Une signature numérique unique est ainsi créée par la combinaison de la clé privée et du message de

²⁴⁸ Différents types de consensus existent. V. sur le sujet, *Ibid.*, p. 15.

²⁴⁹ C'est le modèle de la blockchain bitcoin.

²⁵⁰ Un mineur (ou nœud) est un utilisateur de la blockchain qui valide les transactions par le processus de minage. Un mineur peut utiliser un poste individuel ou être une véritable entreprise regroupant des centaines d'unités de calcul pour miner dans des fermes de minage. Les mineurs sont souvent organisés au sein de « pools » de mineurs. V. *Blockchain, au défi de la confiance*, *op. cit.*, p. 26.

²⁵¹ Ce système est critiqué comme étant extrêmement coûteux en énergie, puisqu'il nécessite de dépenser une grosse puissance de calcul informatique, et ce d'autant plus que la difficulté du problème cryptographique à résoudre est adaptée régulièrement pour que la fréquence d'ajout de blocs à la chaîne reste stable. K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 328 ; M. FONTAINE, S. JUILLET et D. FROGER, « La blockchain : mythe ou réalité ? », *JCP N*, 2017, p. 1214.

²⁵² Le *proof of stake* est notamment utilisé par les blockchains Tezos, Cardano, Polkadot, et depuis le 15 septembre 2022, par la blockchain Ethereum grâce à une mise à jour très attendue du protocole, appelée The Merge. Il a l'avantage d'être beaucoup moins énergivore.

²⁵³ Cela risque de créer une concentration des pouvoirs et de faire disparaître les participations minoritaires, si aucun mécanisme d'ajustement et de pondération n'est prévu. Ce système est a priori davantage choisi dans les blockchains privées où les participants se connaissent et ont été sélectionnés : la confiance existe déjà et n'a pas besoin ici d'être remplacée par un fort prix à payer *via* la preuve de travail. Ce consensus est moins énergivore. Les nœuds sont appelés des validateurs, et non des mineurs. Dans les grandes blockchains, ce type de consensus est en principe largement équilibré et évite les écueils évoqués.

transaction. Il en résulte que la transaction initiée est pseudonyme (et non anonyme) : aucune donnée n'identifie directement l'émetteur, si ce n'est son adresse publique qui consiste en une suite alphanumérique²⁵⁴.

Techniquement, on mesure combien la cryptographie asymétrique est au cœur du fonctionnement de la blockchain²⁵⁵ : l'utilisation d'une clé privée permet à un utilisateur de signer des transactions et aux autres utilisateurs de vérifier qu'il en est l'auteur, la clé publique permettant de déchiffrer les messages envoyés par le détenteur de la clé privée. À l'inverse, en cryptant un message avec la clé publique d'un utilisateur, seul celui-ci sera en mesure de le décrypter avec sa clé privée. L'utilisation de la cryptographie asymétrique permet de s'assurer que toute transaction enregistrée sur la blockchain a bien été signée par son auteur et qu'elle n'a pas été falsifiée par un tiers.

73. Remarque : le risque lié à la perte de clé cryptographique. De ce qui précède, il résulte que la perte de clé peut être très problématique. Contrairement à un coffre-fort physique qu'il serait presque toujours possible d'ouvrir d'une manière ou d'une autre, une adresse publique ne répond qu'à une clé privée unique et aucun moyen mathématique ne permet de retrouver celle-ci ou de la répliquer²⁵⁶. Or, puisqu'il n'existe aucun lien certifié entre la personne physique détentrice de l'adresse publique et sa signature cryptographique, aucune procédure classique (technique ou juridique) ne peut être mise en œuvre pour récupérer les fonds bloqués sur son portefeuille de cryptomonnaies (*wallet*), protégé par la cryptographie asymétrique. Seule la personne ayant généré son adresse publique pourra retrouver les codes d'accès grâce à une phrase de genèse composée de douze mots (« *seed phrase* ») qui a été créée lors de la création de son portefeuille cryptographique²⁵⁷.

²⁵⁴ Une adresse publique est une suite de chiffres et de lettres générée de manière cryptographique, assimilable à un numéro de compte bancaire par exemple. L'adresse publique est littéralement l'endroit, sur la blockchain, qui correspond soit au compte d'une personne sur cette blockchain, soit à un smart contract. V. en ce sens le lexique proposé par l'ouvrage collaboratif *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, Smart Contract Academy, 2018 : « Adresse : une adresse correspond à un identifiant, généralement dérivé d'une clé publique, qui permet d'identifier un utilisateur ou un smart contract sur un réseau blockchain ».

²⁵⁵ Pour la présentation illustrée de la cryptographie asymétrique, v. *supra*, §65.

²⁵⁶ A. COHN, T. WEST et C. PARKER, « Smart after all: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids », *Georgetown Law Tech Review*, vol. 1, 2017, p. 289 ; E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 22 ; *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, *op. cit.*, p. 36 ; *Rapport Paris Europlace*, *op. cit.*, p. 16 s.

²⁵⁷ « A seed phrase, seed recovery phrase or backup seed phrase is a list of words which store all the information needed to recover Bitcoin funds on-chain. Wallet software will typically generate a seed phrase and instruct the user to write it down on paper. If the user's computer breaks or their hard drive becomes corrupted, they can download the same wallet software again and use the paper backup to get their bitcoins back. Anybody else who discovers the phrase can steal the bitcoins, so it must be kept safe like jewels or cash. For example, it must not be typed into any website." https://en.bitcoin.it/wiki/Seed_phrase (nous traduisons : « Une phrase d'amorçage, une phrase de récupération d'amorçage ou une phrase d'amorçage de sauvegarde est une liste de mots qui contient toutes les informations nécessaires pour récupérer les fonds Bitcoin sur la chaîne. Le logiciel du portefeuille génère généralement une phrase d'amorçage et demande à l'utilisateur de la noter sur papier. Si l'ordinateur de l'utilisateur est défaillant ou si son disque

74. La vérification de la transaction. Ensuite, les nœuds, appelés *mineurs dans la blockchain Bitcoin, ou validateurs dans les blockchains à preuve d'enjeu (*proof of stake*), vérifient grâce à la clé publique de l'émetteur que la transaction a bien été engagée par l'utilisateur en possession de la clé privée, et qu'elle n'a pas été altérée. Ils peuvent alors certifier le contenu du message : c'est là toute l'étendue (très limitée) de l'opération de vérification menée.

Concrètement, un problème cryptographique doit être résolu pour mener à bien cette vérification. Ce problème est coûteux à résoudre, en temps comme en puissance de calcul, afin de dissuader des acteurs malveillants d'inclure des fausses transactions et ainsi d'altérer le registre. Le premier nœud à trouver la solution peut alors proposer le bloc, rempli de transactions vérifiées, aux autres nœuds pour validation. La solution du problème cryptographique résolu par le premier nœud est vérifiable très simplement par les autres nœuds du réseau²⁵⁸. La majorité des nœuds peut alors se mettre d'accord sur la conclusion trouvée. Le protocole – les règles de fonctionnement de la blockchain – fixe les règles de consensus et permet de déterminer si la transaction doit être incluse dans un bloc et ajoutée à la blockchain. Une fois le bloc rempli et la solution cryptographique validée, le mineur qui a mené la vérification des transactions ajoute ensuite des informations au bloc telles que le *hash* du bloc précédent et la date de la validation pour en permettre l'horodatage, ainsi que la solution du problème cryptographique qu'il a dû résoudre²⁵⁹.

75. L'incitation économique des nœuds. Comment inciter les nœuds à valider des transactions honnêtes plutôt qu'à tenter d'insérer de fausses transactions ? Simplement en rendant économiquement plus intéressant l'ajout de blocs à la chaîne que la falsification de celle-ci²⁶⁰. Dans le consensus par preuve de travail (*proof of work*), notamment utilisé par les

dur est corrompu, il peut télécharger à nouveau le même logiciel de portefeuille et utiliser la sauvegarde papier pour récupérer ses bitcoins. Toute personne qui découvre la phrase peut voler les bitcoins. Elle doit donc être conservée en sécurité comme des bijoux ou de l'argent liquide. Par exemple, elle ne doit pas être tapée sur un site web ».)

²⁵⁸ Le parallèle avec une grille de sudoku est éclairant : il faudra un certain temps pour résoudre le problème, selon la difficulté posée. Mais la vérification de la solution du sudoku se fait en un trait de temps par toute personne qui a sous ses yeux la grille remplie correctement.

²⁵⁹ *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, op. cit., p. 36-37.

²⁶⁰ L'explication du mécanisme d'incitation est très claire dans l'article de J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », op. cit., p. 8 : « Incentives are needed to make miners generate and accept blocks. The incentives to do the computational work of searching for valid blocks come from a “block reward” of new Bitcoin for each block they successfully generate, and from “transaction fees” paid by users to add their transactions to a block. Their incentives to accept valid blocks proposed by other miners come from the value of consensus itself: new blocks can only be added to what everyone else agrees is the current end of the chain. So a miner who ignores a valid block is cutting herself off from future mining rewards: any blocks she generates will not be at the end of the chain. In equilibrium, the dominant individual strategy for individual miners is to accept any valid new block and immediately start trying to generate a block that follows it”. (nous traduisons : Des incitations sont nécessaires pour que les mineurs génèrent et acceptent des blocs. Les incitations à effectuer le travail informatique de recherche de blocs valides proviennent d'une « récompense de bloc » de nouveaux bitcoins pour chaque bloc qu'ils réussissent à générer, et des « frais de transaction »

blockchains Bitcoin et Ethereum²⁶¹, les mineurs doivent résoudre un problème cryptographique en premier pour se voir octroyer une récompense en cryptoactif²⁶². Dans le cas de la blockchain Bitcoin, la récompense prévue pour le minage des premiers blocs était de 25 bitcoins. Ce montant est divisé par deux périodiquement, afin d'atteindre en 2140 le montant total de bitcoins prévu par le protocole, soit 21 millions de bitcoins. L'ensemble des nœuds du réseau se contente ensuite de valider la solution du problème. Dans le consensus par preuve d'enjeu (*proof of stake*), seuls les nœuds qui ont une participation suffisante dans la blockchain peuvent valider une transaction et être récompensés en recevant les frais de transaction payés par les utilisateurs.

Dans les deux cas, il est plus intéressant de contribuer à vérifier des transactions valables. Pour la preuve de travail, la récompense en cryptoactif permet de rémunérer le mineur de l'énergie et de la puissance de calcul dépensées²⁶³. Il est donc incité à engager des coûts pour valider les bonnes transactions et obtenir une rémunération plutôt que pour valider des fausses transactions et tenter laborieusement de détourner des fonds. Pour la preuve d'enjeu, le maintien d'un réseau intègre est dans l'intérêt des détenteurs de forte participation, puisque si l'intégrité est perdue, elle emporte avec elle la valorisation des actifs de la blockchain concernée – ce qui vaut d'ailleurs pour toute blockchain.

Le déroulement d'une transaction ayant été exposé, il est désormais possible de préciser les composants classiques d'une blockchain.

B. Les composants de la blockchain

76. Le contenu des blocs. Les blocs de la chaîne sont comme des pages d'un livre. Dans un livre, chaque page contient du texte et une information relative à la page elle-même : en haut

payés par les utilisateurs pour ajouter leurs transactions à un bloc. Leurs incitations à accepter les blocs valides proposés par d'autres mineurs proviennent de la valeur du consensus lui-même : de nouveaux blocs ne peuvent être ajoutés qu'à ce que tout le monde accepte comme étant l'extrémité actuelle de la chaîne. Ainsi, un mineur qui ignore un bloc valide se prive des futures récompenses minières : tous les blocs qu'il génère ne seront pas à la fin de la chaîne. À l'équilibre, la stratégie individuelle dominante pour les mineurs individuels est d'accepter tout nouveau bloc valide et de commencer immédiatement à essayer de générer un bloc qui le suit.)

²⁶¹ Pour Ethereum, la preuve de travail a été utilisée jusqu'au 15 septembre 2022. Depuis, la preuve d'enjeu l'a remplacée.

²⁶² Le choix du terme « mineur » n'est pas anodin. De la même façon que les chercheurs d'or travaillaient et dépensaient de l'énergie pour extraire des pépites d'or dans les mines du Far West américain, les mineurs de la blockchain Bitcoin travaillent pour obtenir des bitcoins.

²⁶³ Il faut préciser qu'à la récompense en bitcoins nouveaux, s'ajoutent des frais de transactions payés par les utilisateurs et calculés de façon proportionnelle au nombre de transactions à valider au même moment par le réseau : plus il y a de transactions, plus les frais seront élevés. Or, la récompense en nouveaux bitcoin va progressivement diminuer, jusqu'à disparaître en 2140. Les frais de transaction ont donc vocation à augmenter de plus en plus afin de conserver une incitation économique suffisante des nœuds du réseau ; on s'interroge alors sur les frais de transaction à partir de 2140, qui risquent d'être très élevés et de faire perdre son intérêt économique à la blockchain.

de la page, le titre du livre et parfois le numéro ou le titre du chapitre ; en bas de la page, le numéro de page qui indique où l'on se trouve dans le livre. De la même manière, dans une blockchain, chaque bloc comporte le contenu du bloc (les transactions et la récompense du mineur, dans le cas de la blockchain bitcoin) et un en-tête, qui contient les données relatives au bloc. Dans la blockchain bitcoin, l'en-tête inclut notamment des informations techniques au sujet du bloc, une référence au précédent bloc et une empreinte cryptographique des données contenues dans ce bloc. Il s'agit du chaînage cryptographique.

77. L'immutabilité grâce au chaînage cryptographique appliqué à la blockchain.

Comme cela a été précédemment expliqué²⁶⁴, le chaînage cryptographique permet de chaîner les blocs de transactions validés les uns après les autres et de « détecter facilement toute modification de cette chaîne de blocs »²⁶⁵, et ce grâce au caractère unique des empreintes cryptographiques des en-têtes de chaque bloc²⁶⁶. Ainsi, si une donnée d'un bloc est modifiée par un acteur malveillant, l'empreinte de ce bloc sera modifiée ainsi que celle de chacun des blocs suivants à partir du bloc contenant l'information modifiée. La blockchain ne sera plus la même de ce fait.

En rendant difficile ou chronophage la création d'empreintes numériques, il devient très compliqué, fastidieux et long de réécrire une blockchain²⁶⁷. C'est pourquoi il est souvent dit que la blockchain est immuable et infalsifiable : toute modification est presque inenvisageable et irréalisable, eu égard au coût et au temps nécessaires pour y parvenir. Cette règle est valable tant que la majorité, telle que définie dans le protocole de fonctionnement du réseau (dans le cas de la blockchain Bitcoin, la majorité est de 51 %), n'a pas accepté la modification opérée dans un de ses blocs antérieurs. Toute transaction inscrite dans un bloc y est gravée et ne peut être retirée, sauf consensus du réseau dans le sens contraire, ce qui est extrêmement rare. Il est seulement possible de procéder à une nouvelle transaction pour tenter

²⁶⁴ V. *supra*, §67 sur le chaînage des blocs à l'aide d'empreintes cryptographiques.

²⁶⁵ *Rapport Paris Europlace, op. cit.*, p. 17.

²⁶⁶ Plus précisément, chaque bloc contient un certain nombre de transactions. Une fois ce bloc ancré dans la chaîne de blocs, une empreinte cryptographique (*hash*) de son contenu est obtenue en appliquant la fonction de hachage SHA256, et ajoutée à son en-tête avec le hash H-1 du bloc précédent B-1 pour former un hash unique du bloc B (H). Le hash H+1 du bloc suivant B+1 sera calculé à partir des transactions contenues dans B+1 et de H. Si un acteur malveillant tente de modifier une information dans le bloc B, H+1 sera faux puisqu'il ne correspondra plus au hash du contenu B+1 et de H. La modification sera alors détectée et refusée par les mineurs du réseau, qui ne valideront pas cette modification parasite. Il est essentiel de comprendre que la moindre modification, ne serait-ce que l'ajout ou la suppression d'un caractère, suffit à produire un hash entièrement différent : il est alors aisé de détecter l'altération du texte dans le bloc dont le hash aurait été modifié.

²⁶⁷ Attention cependant : si plusieurs blocs sont validés dans une période de temps très limitée, un conflit peut naître puisque des blocs vont comporter le même numéro. Chaque blockchain peut prévoir des règles de résolution des conflits. Dans la blockchain Bitcoin, la règle est de faire prévaloir la chaîne la plus longue : ainsi, dès qu'un bloc Y est miné à la suite d'un bloc Xa, alors qu'il existe aussi un bloc Xb, il convient de miner le bloc suivant Z à la suite de Ya si le bloc concurrent Xb n'a pas encore de bloc à sa suite : A. LEWIS, « A Gentle Introduction to Blockchain Technology », *op. cit.*

de modifier ou contrer les effets d'une transaction déjà validée et inscrite dans la chaîne de blocs.

78. L'horodatage des transactions. Il faut enfin souligner que chaque transaction enregistrée dans un bloc l'est à une date fixée par horodatage et visible par tous. L'horodatage (*time stamp*) de chaque bloc est inclus dans son en-tête et dans son *hash*, si bien qu'il ne peut pas être modifié. Grâce à l'horodatage des blocs, la blockchain permet d'apporter la preuve de l'antériorité d'une transaction. Mais il faut être vigilant puisque l'horodatage ne correspond pas exactement au moment de la signature de la transaction par son auteur. En effet, il faut ajouter un temps de latence (en moyenne 10 minutes sur la blockchain bitcoin), qui correspond au délai de la validation par consensus. Si une date est absolument certaine, c'est donc seulement celle de l'enregistrement au sein de la chaîne de blocs, et non celle de la signature de la transaction. Cette spécificité peut être source de problème si deux transactions portant sur un même actif numérique sont signées dans un laps de temps réduit, mais que celle signée en second est enregistrée en premier. Dans le protocole blockchain, seul l'horodatage fait foi et il sera difficile d'apporter une preuve contraire.

Au-delà des composants techniques, il faut s'intéresser aux éléments qui assurent la persistance de la blockchain.

79. La communauté des nœuds validateurs. Une faiblesse de la blockchain pourrait résider dans les nœuds du réseau eux-mêmes (ordinateur en panne, arrêt de l'activité de validateur, prise de contrôle par un acteur malveillant...). Mais puisque la blockchain est un registre distribué²⁶⁸, chaque nœud détient une copie identique de la blockchain : en cas d'attaque sur un nœud ou de défaillance d'un nœud, les autres nœuds continuent à permettre l'accès aux informations pour tous les utilisateurs. L'architecture distribuée permet ainsi de garantir une stabilité et une continuité du registre, qui n'a donc pas de point unique de défaillance.

La persistance d'une communauté est essentielle. Il faut en effet que les participants à une blockchain (et surtout les nœuds) constituent une communauté solide et durable pour que la confiance dans le réseau soit justifiée. Autrement dit, il faut pouvoir croire, en tant qu'utilisateur, que ceux qui permettent au réseau de fonctionner vont continuer à en faire autant. Par ailleurs, plus il y a de nœuds, plus il sera difficile de trouver la majorité nécessaire pour attaquer le système et modifier des transactions déjà inscrites. La résilience du réseau repose enfin sur l'incitation économique des nœuds, ces utilisateurs anonymes participant à la

²⁶⁸ Sur les architectures distribuées en informatique, v. *supra*, §63.

validation des transactions, à continuer à miner les blocs venant s'ajouter, les uns après les autres, à la chaîne des blocs déjà validés.

80. Un registre immuable. De ce qui précède, il résulte que pour pouvoir modifier un bloc, il est nécessaire de procéder à la modification de tous les blocs qui ont été ajoutés à sa suite. Si une telle modification des données contenues dans un bloc devait avoir lieu, la modification serait alors immédiatement apparente pour tous les participants de la blockchain. En effet, les *hash* du bloc concerné et de tous les suivants s'en trouveraient modifiés et le dernier bloc ajouté à la chaîne contiendrait un *hash* erroné dans son en-tête, rendant immédiatement détectable la modification. Le registre est donc indélébile et le système remplace la confiance dans une autorité centrale, puisque chacun des utilisateurs détient une copie du registre, inaltérable grâce au chaînage des données et à la nécessité du consensus. Il n'est toutefois pas impossible de modifier le registre. En effet, si un consensus est trouvé pour modifier l'état du registre, comme cela a été le cas pour l'affaire de The DAO²⁶⁹, cela signifie que la majorité des nœuds accepte de valider de nouveaux blocs en remontant au bloc précédant le passage de la chaîne à ignorer.

Reste encore qu'une attaque pourrait être envisagée pour procéder à une telle réécriture afin de s'approprier des transactions. Tel sera le cas si un acteur malveillant réunit au moins 51 % de la puissance de calcul d'une blockchain. Cette hypothèse n'est pour l'instant jamais survenue pour les blockchains les plus importantes. À titre d'exemple, le coût estimé d'une attaque des 51 % sur la blockchain Bitcoin serait de plusieurs milliards de dollars²⁷⁰. On peut ainsi mesurer l'efficacité du système, qui fait reposer sa sécurité sur le coût et le temps rendus nécessaires au piratage de la chaîne, disproportionnés par rapport au gain espéré. Il est dès lors toujours plus intéressant de dépenser de la puissance de calcul informatique pour valider des transactions honnêtes et être récompensé à ce titre.

81. Bilan : les caractéristiques de la blockchain. Ainsi, la blockchain est transparente, pseudonyme, distribuée, immuable et ne nécessite ni tiers de confiance extérieur ni organe de contrôle pour inscrire des empreintes cryptographiques de transactions horodatées. La validation par consensus rend l'opération sécurisée tandis que le hachage et l'inscription en chaîne de blocs rendent l'opération en théorie infalsifiable et irrévocable. Il est désormais possible de définir la blockchain et d'en préciser les contours.

²⁶⁹ Sur l'affaire The DAO, v. *supra*, §21.

²⁷⁰ A. KIM, D. SNG et S. YU, « An Examination of the Feasibility of a State Attack on Bitcoin », 13 mai 2014, p. 32 (en ligne : <https://www.cs.princeton.edu/~arvindn/teaching/spring-2014-privacy-technologies/state-attack.pdf>) ; selon le site « Cost of a 51% Attack », <https://gobitcoin.io/tools/cost-51-attack/>, le coût estimé en septembre 2018 était de plus de 18 milliards de dollars ; en mars 2021, plus de 24 milliards de dollars ; en juillet 2022, plus de 34 milliards de dollars.

III. Définition et distinctions

82. La présentation technique de la blockchain a permis de comprendre le fonctionnement de ce registre et comment procéder à une transaction en toute sécurité sur un réseau décentralisé tout en conservant un pseudonymat des parties. Il est temps de proposer une définition de la blockchain (A). Or, il existe différents types de blockchains, selon leur degré d'ouverture et d'accès des utilisateurs. De plus, les blockchains se sont elles-mêmes qu'une catégorie de registres distribués. Il convient dès lors d'affiner l'analyse pour procéder à des distinctions extrinsèques et intrinsèques (B).

A. La définition de la blockchain

83. **Définitions françaises.** Selon le lexique informatique français, la blockchain est un « mode d'enregistrement de données produites en continu, sous forme de blocs liés les uns aux autres dans l'ordre chronologique de leur validation, chacun des blocs et leur séquence étant protégés contre toute modification »²⁷¹. D'après la définition de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), ce que l'on appelle par métonymie blockchains (ou chaînes de blocs) désigne des technologies de stockage et de transmission d'informations, permettant la constitution de registres répliqués et distribués (*distributed ledgers*), sans organe central de contrôle, sécurisées grâce à la cryptographie, et structurées par des blocs liés les uns aux autres, à intervalles de temps réguliers²⁷². Ces définitions de sources officielles peuvent être clarifiées et approfondies pour refléter davantage les caractéristiques et spécificités techniques étudiées.

84. **Proposition de définition.** La blockchain peut être définie selon nous comme un registre de transactions distribué sur un réseau pair-à-pair, dont les données sont structurées cryptographiquement en une chaîne de blocs validés par les utilisateurs du réseau.

Plus techniquement, la blockchain est un protocole de registre distribué formé en réseau pair-à-pair dans lequel tous les participants du réseau, appelés nœuds ou mineurs, détiennent simultanément une copie du registre et décident de valider par consensus l'ajout de

²⁷¹ COMMISSION D'ENRICHISSEMENT DE LA LANGUE FRANÇAISE, « Vocabulaire de l'informatique (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », *JORF*, n° 121, 23 mai 2017.

²⁷² V. FAURE-MUNTIAN, C. DE GANAY et R. LE GLEUT, *Les enjeux technologiques des blockchains (chaînes de blocs)*, *op. cit.*

nouvelles transactions à la base de données structurée en chaîne de blocs d'informations, les blocs étant reliés les uns aux autres par un chaînage cryptographique.

85. Précisions : sens commun et langage technique. En réalité, dans le langage courant, le terme blockchain est aujourd'hui « souvent utilisé comme synecdoque particularisante où un tout – l'ensemble d'un réseau et son protocole de fonctionnement – est désigné par une de ses parties – la base de données distribuée proprement dite »²⁷³. Ainsi, il convient de distinguer les termes employés *stricto sensu* des termes employés *lato sensu*.

Stricto sensu, la blockchain est une base de données structurée en chaîne de blocs d'informations, où les blocs sont reliés les uns aux autres par un chaînage cryptographique destiné à rendre immuable le stockage des données.

Lato sensu, le terme désigne par métonymie l'ensemble du registre distribué et son protocole de fonctionnement²⁷⁴, c'est-à-dire tout l'écosystème dans lequel s'insère la blockchain.

À partir de cette définition et ses précisions, il est possible d'établir des distinctions, d'une part à l'égard de mécanismes proches de la blockchain et d'autre part, entre les différentes catégories de blockchain.

B. Les distinctions extrinsèques et intrinsèques

86. Distinction extrinsèque : blockchains et registres distribués. Un registre distribué peut être défini comme un registre numérique qui est partagé instantanément à travers un réseau de participants : chaque participant (ou nœud) détient une copie du registre ; le registre est mis à jour avec les nouvelles informations de façon simultanée sur tous les ordinateurs du réseau²⁷⁵. Les utilisateurs du réseau peuvent enregistrer et gérer des données grâce au registre distribué, sans avoir besoin de passer par un système central de validation de confiance²⁷⁶. En anglais, les blockchains sont souvent désignées sous l'expression « DLT » (**Distributed Ledger Technology*), terminologie que l'on retrouve d'ailleurs fréquemment dans les écrits français.

²⁷³ Rapport Paris Europlace, *op. cit.*, p. 12. Une synecdoque est une forme de métonymie qualitative, et la synecdoque particularisante est une métonymie où le tout est désigné par la partie.

²⁷⁴ *Id.*

²⁷⁵ ISDA et LINKLATERS, *Whitepaper: Smart Contracts and Distributed Ledger - A Legal Perspective*, 2017, p. 7. V. dans le même sens, *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*, Government Office for Science (UK), 2015, p. 21. Pour une autre définition : « a list of transactions that is replicated across a number of computers, rather than being stored on a central server », A. LEWIS, « A Gentle Introduction to Blockchain Technology », *op. cit.* (nous traduisons : une liste de transactions qui est reproduite sur un certain nombre d'ordinateurs, plutôt que d'être conservée dans un serveur central).

²⁷⁶ Rapport Paris Europlace, *op. cit.*, p. 11.

Toutefois, cet emploi est trompeur. Blockchain et registres distribués ne sont pas synonymes, car la blockchain n'est en réalité qu'un cas particulier de *DLT*. La blockchain, tel que ce terme est généralement employé, désigne une catégorie de registre distribué utilisant la technologie de structuration des données en chaîne de blocs. Ainsi, toutes les blockchains sont des registres distribués mais tous les registres distribués ne sont pas des blockchains. Les *DLT* n'utilisent en effet pas systématiquement la structuration en chaîne de blocs ou le mécanisme de consensus majoritaire, ce qui constitue deux différences majeures avec les blockchains les plus classiques.

87. Distinctions intrinsèques : blockchain publique, blockchain privée, blockchain de consortium. Si l'on parle le plus souvent de « la » blockchain de façon indifférenciée, c'est pour désigner le type de blockchain le plus répandu et surtout conforme à la blockchain initiale : la *blockchain publique. Mais d'autres types de blockchain ont été développés pour répondre à d'autres besoins. Elles suppriment certaines caractéristiques d'ouverture et de décentralisation pour restreindre l'accès au registre et éventuellement davantage sécuriser ces nouveaux types de blockchain : il s'agit des *blockchains de consortium et des *blockchain privées.

88. La blockchain publique. Dans la conception classique et originelle des protocoles blockchains, le réseau distribué mis en place – dont le logiciel est en *open source*²⁷⁷ – ne pouvait qu'être public. Aussi les protocoles blockchains sont-ils ouverts et accessibles à tous, tant en lecture qu'en écriture, conformément à la mouvance libertarienne aux origines de la blockchain publique Bitcoin. Les caractéristiques d'une blockchain publique sont les suivantes. Premièrement, chaque participant au réseau peut initier des transactions par l'envoi de données signé par sa clé privée et consulter toute transaction effectuée sur le réseau, l'anonymat des auteurs des transactions étant préservé par l'écran formé par l'utilisation de la clé publique et de la clé privée²⁷⁸. Deuxièmement, aucune permission ou autorisation n'est nécessaire pour écrire ou lire les données : c'est pourquoi ces protocoles publics sont nommés *permissionless* en anglais. Troisièmement, les protocoles blockchains utilisent le plus souvent un protocole de consensus pour déterminer l'état du registre à un moment donné. Dernièrement, personne ne contrôle le réseau.

89. Les protocoles blockchains dérivés. Mais il existe des protocoles blockchains développés autrement afin de limiter l'accès aux données échangées et de désigner seulement

²⁷⁷ Les programmes *open source* sont des programmes dont le code source est publié de façon publique et comportant généralement une clause limitative de responsabilité des auteurs.

²⁷⁸ Sur le fonctionnement de la cryptographie asymétrique utilisant un couple clé privée - clé publique, v. *supra*, §65.

quelques participants pour valider les transactions : ce sont soit des blockchains privées, soit des blockchains semi-privées dites « de consortium ».

Dans les blockchains privées, l'accès et l'utilisation du réseau sont réservés à certains acteurs et la validation des transactions est réalisée par un nombre limité de nœuds. Tous les participants au réseau sont connus et se font confiance en amont. Il faut donc une autorisation pour y accéder, c'est pourquoi ces blockchains sont appelées « *permissioned blockchains* » en anglais. Ce système s'éloigne de la conception puriste de la blockchain. Dans ce type de blockchain, trois propriétés peuvent être dégagées. Tout d'abord, une entité (ou un groupe d'entités) met en place le protocole, contrôle le réseau et désigne les mineurs. Ensuite, les participants sont présélectionnés pour pouvoir accéder au réseau ou doivent satisfaire des exigences déterminées à l'entrée²⁷⁹ ou encore obtenir l'autorisation d'un administrateur de la blockchain. Enfin, il est possible que le système prévoie l'utilisation d'un protocole de consensus, mais l'état du registre peut aussi être déterminé selon l'avis d'un administrateur ou d'un sous-groupe de participants.

Dans les blockchains hybrides dites « de consortium », les caractéristiques des deux catégories évoquées se mêlent. Ainsi, plusieurs entités contrôlent le réseau et en déterminent les règles de gouvernance et les droits d'accès au réseau, qui peuvent varier selon les acteurs et selon les utilisations (certains acteurs n'auront accès qu'aux données les concernant, etc.). Par ailleurs, les variables sont déterminées par le protocole du réseau et concernent le degré de centralisation recherché par les administrateurs de la blockchain. Enfin, il est possible de coder les blocs afin que tous puissent connaître leur existence et voir l'ensemble de la blockchain, mais d'accorder à certains seulement l'accès au contenu des blocs par la détention de la clé cryptographique requise.

90. Conclusion de la section. En définitive, la blockchain, au sens large, peut être décrite comme un registre de transactions, c'est-à-dire un registre répertoriant des données. Les transactions sont regroupées en blocs, lesquels sont validés par un consensus d'opérateurs. Les blocs sont ensuite ajoutés les uns à la suite des autres, formant ainsi une chaîne de blocs. C'est grâce à un long travail mené par des informaticiens et des cryptographes que la blockchain a finalement vu le jour, initialement pour répondre au souhait de mettre en place une monnaie virtuelle sans autorité centrale de certification et sans l'écueil de la double dépense, tout en préservant la vie privée des individus grâce au pseudonymat.

²⁷⁹ Il peut s'agir d'exigences *Know Your Customer* ou de lutte contre le blanchiment d'argent, imposant de nombreux éléments de vérification d'identité et de provenance des fonds.

Cet outil technologique s'est fortement développé durant la dernière décennie et a permis de rendre propice le déploiement de programmes informatiques auto-exécutants, les smart contracts.

Section 2 – Les smart contracts

91. Les smart contracts sont un outil technologique qui paraît aujourd’hui indissociable de la blockchain, en raison des multiples cas d’usage aujourd’hui déployés sur des blockchains. Les smart contracts sont ainsi souvent appréhendés comme des programmes informatiques exécutés de façon autonome et automatique sur une blockchain et conformément à des conditions prédéfinies. Les smart contracts sont cependant nés avant la blockchain, dès les années 1990²⁸⁰.

Un premier panorama s’impose pour comprendre ce que sont les smart contracts (I). Il sera ensuite possible d’étudier leur fonctionnement technique, indépendamment de toute blockchain mais aussi une fois déployés sur blockchain, afin de comprendre ce qu’apportent ces deux technologies combinées (II).

I. Premières vues sur les smart contracts

92. **Définition.** Il n’existe pas de définition consensuelle des smart contracts²⁸¹, eu égard à la nouveauté et la complexité de ces programmes informatiques, mais aussi à leur diversité. Alors que certains lient directement la notion à la blockchain²⁸², d’autres l’abordent indépendamment de celle-ci et s’accordent à y voir simplement un engagement dont la caractéristique principale est l’exécution automatique²⁸³. La définition suivante peut être retenue à ce stade de l’analyse : « les smart contracts sont des protocoles informatiques qui traduisent les termes d’un engagement en langage informatique en permettant de programmer

²⁸⁰ V. *supra*, §2.

²⁸¹ Comme le rappellent justement C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.*

²⁸² Selon le Rapport de France Stratégie, « Un smart contract, ou contrat intelligent, est un programme informatique exécuté de façon autonome par un réseau reposant sur les technologies blockchain » (*Les enjeux des blockchains, op. cit.*, spéc. Rapport du sous-groupe juridique, p. 95) ; v. aussi B. JEAN et P. DE FILIPPI, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *op. cit.* : « Les smart contracts sont des logiciels exécutés de manière décentralisée sur la blockchain dont les fonctionnalités se déclenchent par la réalisation de conditions prédéfinies (susceptibles de trouver leurs origines dans un contrat classique) ».

²⁸³ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 320 : « an agreement in digital form that is self-executing and self-enforcing » (nous traduisons : un accord sous forme numérique qui est auto-exécutant et auto-applicable) ; M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 309 : « an agreement whose execution is automated » (nous traduisons : un accord dont l’exécution est automatisée) ; C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.* : « A smart contract is an automatable and enforceable agreement. Automatable by computer, although some parts may require human input and control. Enforceable either by legal enforcement of rights and obligations or via tamper-proof execution of computer code » (nous traduisons : Un smart contract est un accord automatisable et exécutable. Automatisable par ordinateur, bien que certaines clauses puissent nécessiter une intervention et un contrôle humains. Exécutable soit par l’application légale des droits et obligations, soit par l’exécution inviolable du code informatique).

une chaîne d'événements automatiques qui emportent des conséquences dès la réalisation des conditions et termes prévus »²⁸⁴.

93. Genèse. La genèse des smart contracts est bien antérieure à l'apparition de la première blockchain. Le père incontesté de l'expression « smart contracts » est Nick Szabo, un informaticien et juriste américain, dont la réflexion sur le sujet date des années 1990²⁸⁵. Il définit sobrement le smart contract dans son premier article sur le sujet comme « un protocole de transaction informatisé qui exécute les termes d'un contrat »²⁸⁶. Ainsi, le smart contract est imaginé par M. Szabo comme un protocole informatique qui permettrait d'améliorer le processus contractuel²⁸⁷. Pour lui, les principaux objectifs du smart contract résident dans la satisfaction des clauses contractuelles classiques, la diminution des cas d'inexécution de mauvaise foi ou sans faute et la réduction du recours à des tiers de confiance. Sur le terrain économique, l'utilisation des smart contracts vise à réduire les pertes liées à la fraude, les coûts de résolution des conflits et d'exécution forcée et autres frais de transaction²⁸⁸.

94. Le smart contract, équivalent numérique du distributeur automatique. Pour faire comprendre le mécanisme et l'objectif des smart contracts, M. Szabo utilise l'exemple des distributeurs automatiques (*vending machines*). Ces machines garantissent, grâce à leur mécanisme et sous réserve d'une faille matérielle²⁸⁹, le déroulement de la transaction, depuis l'insertion d'une pièce de monnaie jusqu'à la livraison du produit sélectionné au consommateur. De la même manière, un smart contract permet de garantir une exécution sans faille d'une transaction dès lors que l'a acceptée le cocontractant de celui qui l'a proposée, sans risque d'inexécution liée à une erreur ou mauvaise volonté humaine.

²⁸⁴ C. ZOLYNSKI, « Blockchain et smart contracts : premiers regards sur une technologie disruptive », *op. cit.*

²⁸⁵ V. *supra*, §2. M. Szabo a émis des réflexions sur les smart contracts dans plusieurs articles parus en ligne : en 1994 « Smart Contracts », en 1996, d'abord une version initiale sous le titre « Smart Contracts » dans le magazine Extropy #16, début 1996, puis remanié la même année : N. SZABO, « Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets », 1996 (en ligne : https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html) et en 1997 : N. SZABO, « Formalizing and Securing Relationships on Public Networks », *First Monday*, 1^{er} septembre 1997 (en ligne : <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>).

²⁸⁶ Extrait original : « *a smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract* » (N. SZABO, « Smart Contracts », 1994, *op. cit.*).

²⁸⁷ *Id.*

²⁸⁸ *Id.* (Extrait original : « *The general objectives of smart contract design are to satisfy common contractual conditions (such as payment terms, liens, confidentiality, and even enforcement), minimize exceptions both malicious and accidental, and minimize the need for trusted intermediaries* ». « *Related economic goals include lowering fraud loss, arbitration and enforcement costs, and other transaction costs* »).

²⁸⁹ V. pour une analyse des limites et des failles potentielles d'un distributeur automatique, J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *Journal of Law & Innovation*, vol. 2, n° 1, 17 juin 2019, p. 1-22.

II. *Le fonctionnement technique des smart contracts*

95. Comment fonctionne un smart contract ? Nécessite-t-il une blockchain pour être exécuté ? Fonctionne-t-il véritablement de façon autonome ? Devant l'innovation, les questions se multiplient. Il ne s'agit pas ici de donner nombre de détails techniques, mais de réussir à appréhender ces programmes informatiques particuliers²⁹⁰. Une telle étude est indispensable pour pouvoir anticiper les questions juridiques qui en découleront. Or, les smart contracts sont avant tout des programmes informatiques, qui doivent donc être rédigés et déployés (A). Ensuite, pour que l'exécution puisse être déclenchée, des conditions doivent être remplies. Il faut pour cela les vérifier, ce qui implique parfois la prise en compte des données du monde extérieur (B).

A. *La rédaction et le déploiement des smart contracts*

96. **La rédaction d'un smart contract.** Un smart contract est un programme informatique, c'est-à-dire un ensemble d'instructions rédigées en langage informatique. La rédaction d'un smart contract nécessite de toute évidence de réelles compétences informatiques, ce qui signifie que, pour l'heure, seuls des programmeurs peuvent coder ces smart contracts. En d'autres termes, il s'agit, purement et simplement, de programmer des lignes de code informatique, des instructions que seuls des ordinateurs pourront mettre en œuvre.

Ces instructions sont dites conditionnelles. Elles répondent à la logique « si... alors... » : « **si** » tel évènement se produit, « **alors** » telle action sera exécutée. L'issue est nécessairement « vraie » ou « fausse ». Si l'information donnée permet d'indiquer la condition comme « vraie » (c'est-à-dire que la condition est satisfaite), alors l'action corrélative pourra être déclenchée. Si elle est fausse, c'est-à-dire qu'elle correspond à une autre situation, alors cette action ne sera pas déclenchée, mais éventuellement une autre action liée à cette autre situation pourra être mise en œuvre. Le programme exécute les actions les unes après les autres, en suivant exclusivement les instructions données²⁹¹.

²⁹⁰ V. sur le sujet, en français : *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 34 s. ; *Comprendre les blockchains (chaînes de blocs)*, *op. cit.* ; B. JEAN et P. DE FILIPPI, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *op. cit.* ; C. ZOLYNSKI, « Blockchain et smart contracts : premiers regards sur une technologie disruptive », *op. cit.* ; M. MEKKI, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*

²⁹¹ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 4 : “computers do only what they are programmed to do” (nous traduisons : les ordinateurs ne font que ce pour quoi ils sont programmés).

Cette logique conditionnelle, appelée logique booléenne²⁹², est caractéristique de la programmation informatique. L'exemple suivant d'un smart contract d'option d'achat illustre l'utilisation de la logique conditionnelle « si... alors... » (« if... then... ») :

```
contract Option {  
  
  strikePrice = $50  
  
  holder = Alice  
  
  seller = Bob  
  
  asset = 100 shares of Acme Inc.  
  
  expiryDate = June 1st, 2016  
  
  function exercise ( ) {  
  
    If Message Sender = holder, and  
  
    If Current Date < expiryDate, then  
  
      holder send($5,000) to seller, and  
  
      seller send(asset) to holder  
  
  }  
}
```

L'auteur explique : « considérez un contrat d'options de base. Un contrat d'options d'achat permet à son détenteur d'acheter un titre donné à un prix défini. Dans notre exemple, Alice achète notre *smart options contract* à Bob. Le contrat permet à Alice d'acheter 100 actions d'Acme Inc. à Bob à un prix défini de 50 \$ l'action. Le contrat a une date d'expiration, après laquelle Alice n'a plus le droit d'acheter l'action au prix défini »²⁹³. Cet exemple montre

²⁹² La logique booléenne est une logique mathématique fondée sur des valeurs de vérité [vrai] [faux]. V. J. M. LIPSHAW, « The Persistence of “Dumb” Contracts », *Stanford Journal of Blockchain Law & Policy [Internet]*, vol. 2, 21 janvier 2019, p. 40 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3202484>) ; P. CATCHLOVE, « Smart Contracts: A New Era of Contract Use », *op. cit.*, p. 8 : la logique booléenne induit un calcul qui aboutit à une valeur soit vraie, soit fausse. Pour l'action d'un smart contract soit déclenchée, il faut que la condition prédéfinie soit marquée comme vraie (par exemple, les fonds sont débloqués si l'état d'achèvement atteint 80% : il faut que l'évènement [état d'achèvement à 80%] soit indiqué comme vrai, c'est-à-dire réalisé, pour le paiement soit déclenché). V. *infra*, §249 sur l'utilisation de logique conditionnelle booléenne dans le langage de programmation des smart contracts.

²⁹³ Extrait original : “Consider a basic options contract. A call options contract entitles the holder to buy a given security at a defined price. In our example, Alice buys our “smart options contract” from Bob. The contract entitles Alice to purchase 100 shares of Acme Inc from Bob at a defined price of \$50 per share. The contract has an expiry date, after which Alice is no longer entitled to buy the share at the defined “strike price”. » J. STARK, « How Close Are Smart

qu'un smart contract peut contenir la désignation des parties, un objet, un prix, un terme, et le transfert programmé de la propriété du bien acquis : en somme, les éléments d'un contrat de vente.

97. Le smart contract, un programme informatique avec ou sans blockchain. Une fois le code informatique rédigé, le smart contract est fonctionnel. Il suffira qu'il soit exécuté informatiquement, autrement dit, par un ordinateur – ils ont d'ailleurs été inventés dans les années 1990, avant les premières blockchains, et ne nécessitent pas par leur nature d'être exécutés sur une blockchain. En conséquence, le smart contract peut tout à fait être exécuté comme un programme informatique classique en dehors d'un registre distribué, ou bien en l'enregistrant sur une blockchain²⁹⁴.

Cette implémentation sur blockchain présente de nombreux intérêts. Notons qu'en informatique, l'implémentation est la « mise en place sur un ordinateur d'un système d'exploitation ou d'un logiciel adapté aux besoins et à la configuration informatique de l'utilisateur »²⁹⁵. Ainsi, implémenter un logiciel signifie le déployer, le mettre en place. Implémenter un smart contract signifie donc le déployer sur une blockchain – cette dernière expression étant plus explicite et moins sujette à confusion que celle reposant sur le verbe « implémenter »²⁹⁶, bien que moins technique, elle lui sera préférée dans la suite de l'étude.

98. Bitcoin v. Ethereum : développer les fonctionnalités des blockchains. La blockchain Bitcoin n'a pas été conçue pour faire fonctionner des smart contracts mais seulement pour procéder à des transactions en bitcoins. Elle ne permet pas l'exécution de scripts complexes. En revanche, la blockchain Ethereum, développée en 2013 par Vitalik Buterin et

Contracts to Impacting Real-World Law? », sur CoinDesk, 11 avril 2016 (en ligne : <https://www.coindesk.com/blockchain-smarts-contracts-real-world-law>).

²⁹⁴ V. en ce sens, C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.*, n° 2.2 : « *Automation is generally accomplished by the use of one or more computers. The phrase "by electronic means" is a synonym. Our definition of smart contract does not require that this automation occurs on a shared ledger, though that is certainly a possible and even probable method* » (nous traduisons : L'automatisation est généralement réalisée par l'utilisation d'un ou plusieurs ordinateurs. L'expression « par des moyens électroniques » est un synonyme. Notre définition du smart contract n'exige pas que cette automatisation se fasse sur un registre distribué, bien que ce soit une méthode possible et même probable).

²⁹⁵ Dictionnaire Larousse 2022.

²⁹⁶ Selon l'Académie française (<http://www.academie-francaise.fr/implémenter>), « le nom anglais *implement* signifie « outil, ustensile », et le verbe *to implement*, « rendre effectif » et « augmenter ». Ce verbe a pris deux autres sens dans le domaine de l'informatique. Il signifie, en parlant d'un logiciel, l'« installer en réalisant les adaptations nécessaires à son fonctionnement ». On le traduit dans ce cas par implanter (implanter un logiciel). Il signifie d'autre part « effectuer l'ensemble des opérations qui permettent de définir un projet et de le réaliser ». On le traduit alors par implémenter (implémenter un système d'exploitation). On se gardera de confondre ces deux verbes dans le domaine informatique et l'on évitera surtout, dans la langue courante, d'user du terme implémenter pour des réalités ne relevant pas de ce domaine ». En matière de smart contracts, c'est bien l'utilisation du verbe « implémenter » qui est recherchée, puisqu'il s'agit de mettre en place et réaliser ces programmes informatiques. Il est toutefois plus clair, pour éviter toute confusion et tout anglicisme, de parler de déploiement d'un smart contract et d'utiliser le verbe « déployer ».

Gavin Wood et lancée en 2015²⁹⁷, a innové en permettant d'y procéder²⁹⁸, et par voie de conséquence, a contribué à populariser le concept de smart contract²⁹⁹.

La blockchain Ethereum est un registre de transactions, à l'instar de la blockchain Bitcoin. Mais, à la différence de cette dernière, les transactions de la blockchain Ethereum sont dotées de davantage de capacités : au-delà du transfert de ressources, elles peuvent contenir des programmes informatiques³⁰⁰. Cette fonctionnalité est propre à Ethereum et a inspiré le développement de certaines blockchains (comme Tezos ou Cardano) poursuivant des objectifs similaires. Selon un des fondateurs d'Ethereum, l'idée est de fournir un système où toute personne pourrait interagir avec n'importe qui en ayant une certitude absolue quant aux issues possibles de la transaction³⁰¹.

99. Le déploiement du smart contract sur la blockchain. Lorsqu'il est déployé sur une blockchain, le smart contract – c'est-à-dire, les lignes de code informatique – est inclus dans une transaction, elle-même ajoutée à un bloc. Ce bloc est ensuite validé par les mineurs du réseau puis horodaté et ajouté à la chaîne des blocs déjà validés. Le smart contract est ainsi consultable par tous à son adresse publique³⁰² ; par conséquent, son code est accessible à tous et librement auditable. De façon plus détaillée, la transaction contenant le code informatique du smart contract concerné doit être signée par clé privée, comme toute transaction sur blockchain.

²⁹⁷ G. WOOD, « Ethereum: a Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger », 2015 (en ligne : <https://gavwood.com/paper.pdf>).

²⁹⁸ La différence tient au langage utilisé, qui est « Turing-complet » dans la blockchain Ethereum et non dans la blockchain Bitcoin (un langage « Turing-complet » est un langage informatique permettant de calculer tout ce qui est calculable). Selon le rapport THE CARDOZO BLOCKCHAIN PROJECT, « *Smart Contracts* » & *Legal Enforceability*, 2018, la blockchain Bitcoin permet uniquement de créer des smart contracts limités à des opérations basiques arithmétiques, logiques et cryptographiques. Mais des initiatives se développent pour permettre d'implémenter des smart contracts sur la blockchain Bitcoin (par exemple pour une fonction de séquestre), ce qui serait rendu possible grâce aux dernières évolutions du protocole. B. STUDIOS, « Yes, Bitcoin Can Do Smart Contracts and Particl Demonstrates How », sur *Bitcoin Magazine*, 13 octobre 2017 (en ligne : <https://bitcoinmagazine.com/articles/yes-bitcoin-can-do-smart-contracts-and-particl-demonstrates-how>).

²⁹⁹ La documentation fournie par la Fondation Ethereum expose les objectifs recherchés par cette blockchain lors de son lancement, et en particulier la flexibilité dans les applications pouvant fonctionner sur la blockchain Ethereum : « *unlike the Bitcoin protocol, Ethereum was designed to be adaptable and flexible. It is easy to create new applications on the Ethereum platform, and (...) it is now safe for anyone to use those applications* » (nous traduisons : Contrairement au protocole Bitcoin, Ethereum a été conçu pour être adaptable et flexible. Il est facile de créer de nouvelles applications sur la plateforme Ethereum, et (...) il est maintenant possible d'utiliser ces applications en toute sécurité) (<https://ethdocs.org/en/latest/introduction/what-is-ethereum.html>).

³⁰⁰ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 8-9 ; G. WOOD, « Ethereum: a Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger », *op. cit.* et J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *University of Pennsylvania Law Review*, vol. 166, 2018, p. 272.

³⁰¹ G. WOOD, « Ethereum: a Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger », *op. cit.*: « *Overall, I wish to provide a system such that users can be guaranteed that no matter with which other individuals, systems or organisations they interact, they can do so with absolute confidence in the possible outcomes and how those outcomes might come about.* » (nous traduisons : Dans l'ensemble, je souhaite mettre en place un système qui garantisse aux utilisateurs que, quels que soient les autres individus, systèmes ou organisations avec lesquels ils interagissent, ils peuvent le faire avec une confiance absolue dans les résultats possibles et la manière dont ces résultats pourraient être obtenus).

³⁰² Sur la définition de l'adresse publique, v. *supra*, §72, note 254.

Un prix est payé en sus des éventuels frais de transaction, pour faire fonctionner le smart contract, appelé « gaz » sur Ethereum³⁰³. À partir du moment où le smart contract est déployé sur la blockchain, et si les conditions sont remplies, son exécution est automatique et ne peut pas être arrêtée. Il est donc essentiel de procéder à une parfaite vérification de ces conditions.

B. La vérification des conditions des smart contracts

100. La transmission des informations aux smart contracts. Données *on-chain* et données *off-chain*. Comment savoir si les conditions prédéterminées et nécessaires à la mise en œuvre d'un smart contract sont réunies ? Deux cas de figure se présentent. Soit les conditions du smart contract sont des conditions de date ou autres écritures déjà présentes dans la blockchain, que l'on peut nommer des *données *on-chain*³⁰⁴. Par exemple, une transaction doit avoir été effectuée entre deux utilisateurs désignés avant telle date pour déclencher une nouvelle transaction ; ou alors, le transfert d'une somme en cryptomonnaie est subordonné à l'arrivée du terme prévu, c'est-à-dire à une date précise. Soit le smart contract renvoie à des événements extérieurs à la blockchain. Par exemple, l'issue d'un événement sportif, le retard d'un avion, la mesure d'un événement climatique, des données présentes sur une autre blockchain...³⁰⁵. Ces données extérieures sont nommées *données *off-chain*.

Or, le smart contract ne peut vérifier en autonomie qu'une de ces deux catégories : les données *on-chain*. En effet, le smart contract est programmé pour vérifier de façon autonome que des écritures existent sur la blockchain concernée ou qu'un délai d'exécution est passé³⁰⁶. Il lui suffit pour cela de lire les écritures *on-chain*, c'est-à-dire présentes dans la blockchain. Il

³⁰³ Ce prix à payer est appelé par certains une taxe de complexité. S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 17 : les frais demandés (gaz) sont proportionnels au calcul exigé par la transaction et le protocole Ethereum a déterminé un plafond du gaz maximum pouvant être consommé par une seule transaction, afin d'éviter un smart contract à répétition monopolisant une puissance de calcul trop importante.

³⁰⁴ L'expression est notamment utilisée par E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 22 : «*The original blockchain was designed as an insulated environment, which cannot accept input from the "real world."* In this context, technical writings distinguish between *on-chain* and *off-chain* events. If a particular process, asset or event concerns or occurs in the blockchain, it is referred to as "*on-chain*." Only *on-chain* events are natively visible to the blockchain. Such events are few: the passage of time, the addition of blocks (which includes the generation of tokens and the validation of transactions) and the transfer of tokens, which occurs in response to the presentation of private keys (see below). All processes, objects or events in the physical world are "*off-chain*." » (nous traduisons : La blockchain initiale a été conçue comme un environnement isolé, qui ne peut pas accepter d'entrée du « monde réel ». Dans ce contexte, les écrits techniques font la distinction entre les événements *on-chain* et *off-chain*. Si un processus, un actif ou un événement particulier concerne ou se produit dans la blockchain, il est qualifié de « *on-chain* ». Seuls les événements *on-chain* sont nativement visibles par la blockchain. Ces événements sont peu nombreux : le passage de temps, l'ajout de blocs (qui comprend la génération de jetons et la validation des transactions) et le transfert de jetons, qui se produit en réponse à la présentation de clés privées (voir ci-dessous). Tous les processus, objets ou événements dans le monde physique sont « *hors chaîne* »).

³⁰⁵ *Ibid.*, p. 21-22.

³⁰⁶ S. POLROT, « « Smart contract », ou l'engagement auto-exécutant », *op. cit.*

en résulte que le smart contract est dit « déterministe », en ce qu'il s'exécute selon les procédures décrites par le code sans aléa, sous réserve d'erreur logicielle³⁰⁷. À l'inverse, le smart contract ne peut pas lire les écritures *off-chain*. Le problème réside dans le fait que la blockchain est dite aveugle³⁰⁸ : elle ne peut pas collecter des données provenant de l'extérieur, dès lors que son rôle est strictement l'enregistrement de transactions. Le smart contract déployé sur la blockchain n'est pas davantage capable d'aller lui-même rechercher les informations nécessaires en dehors de la blockchain où il est déployé³⁰⁹ ; il est seulement un programme informatique bloqué à une adresse donnée sur la blockchain. Dans ce cas, comment vérifier que ces événements ont bien eu lieu ou au contraire, que ces conditions n'ont pas été réalisées ?

101. La nécessité d'un oracle³¹⁰. Le smart contract peut toujours recevoir des informations. Pour ce faire, c'est une autre entité – un individu, un logiciel, un capteur – qui devra transmettre les informations concernant la réalisation des conditions. Plus précisément, il faudra qu'une clé cryptographique indique à l'adresse du smart contract que telle condition est ou n'est pas exécutée, à l'image d'une clé qui viendrait ouvrir une boîte pour lui communiquer une information affirmative ou négative³¹¹. Dans de nombreux cas, il sera nécessaire de recourir à un tiers de confiance pour transmettre de façon fiable les informations du monde, communément appelé « *oracle » ». L'oracle est donc le lien entre le smart contract déployé sur la blockchain et les données du monde réel³¹². Cet intermédiaire, sur l'intervention

³⁰⁷ *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.* (Rapport du sous-groupe juridique, p. 96).

³⁰⁸ V. <https://www.ethereum-france.com/les-oracles-lien-entre-la-blockchain-et-le-monde/> ; v. aussi le *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 37 ; D. LEGAIS, *Blockchain et actifs numériques*, LexisNexis, 2019, n° 171.

³⁰⁹ Un auteur (J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 14) exprime parfaitement ce problème : “*How does a smart contract observe the world? Suppose, for example, that it needs to release funds from escrow when the seller has delivered a car. The car is a real thing in the real world, not a virtual thing defined by the blockchain VM. The smart contract cannot directly observe it*” (nous traduisons : Comment un smart contract observe-t-il le monde ? Supposons, par exemple, qu'il doive débloquer les fonds séquestrés lorsque le vendeur a livré une voiture. La voiture est une chose réelle dans le monde réel, et non une chose virtuelle définie par la machine virtuelle de la blockchain. Le smart contract ne peut pas l'observer directement) ; v. aussi K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 336.

³¹⁰ V. sur le sujet : C. ZOLYNSKI, « Blockchain et smart contracts : premiers regards sur une technologie disruptive », *op. cit.* ; S. POLROT, « Les Oracles, lien entre la blockchain et le monde », sur *Ethereum France*, 13 septembre 2016 (en ligne : <https://www.ethereum-france.com/les-oracles-lien-entre-la-blockchain-et-le-monde/>) ; A. ROSENBERG, « Automatic Contracts and the Automatic Stay », *American Bankruptcy Institute Journal*, 18 juillet 2019, p. 18-19 (en ligne : http://www.mrthlaw.com/wp-content/uploads/2019/07/feature1_07-19.pdf) ; THE CARDOZO BLOCKCHAIN PROJECT, « *Smart Contracts* » & *Legal Enforceability*, *op. cit.* ; J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.* ; E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*

³¹¹ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 21-24.

³¹² K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 336 : “[the blockchain] *must collect that information through an external data feed. In the language of smart contracts, systems that interpret such external feeds and verify contractual performance are called “oracles”*” (nous traduisons : la blockchain doit recueillir ces informations par le biais d'un flux de données externe. Dans le vocabulaire des smart contracts, les systèmes qui interprètent ces flux externes et vérifient la bonne exécution contractuelle sont appelés “oracles”).

duquel les parties se sont mises d'accord, transmet les données nécessaires à l'exécution du smart contract, parfois en temps réel. Il faudra alors choisir l'oracle le plus adapté selon l'information à récolter.

102. Diversité des oracles. Trois catégories d'oracles peuvent être proposées. Tout d'abord, un individu tiers de confiance traditionnel pourrait tout à fait faire office d'oracle³¹³, en vérifiant que l'évènement défini comme condition du smart contract s'est réalisé ou non. Il convient pour cela que les parties le désignent et lui fassent parfaitement confiance : si le tiers désigné transmet une information fautive, volontairement ou non, au smart contract, ce programme s'exécutera et ne pourra pas être arrêté alors qu'il n'aurait pas dû être enclenché³¹⁴.

Ensuite, une version dématérialisée de l'oracle est concevable, si l'on utilise un logiciel ou une base de données de confiance, désigné à l'avance par les parties au smart contract. Songeons par exemple à un site fiable répertoriant les données de bourse ou météorologiques, ou encore des informations sur les vols d'avion (heures de départ et d'arrivée, retard). Dans ce cas, les données peuvent être transmises en temps réel au smart contract par ces flux de données tiers au smart contract. Parfois, ce sont non pas des logiciels ou bases de données, mais des capteurs connectés qui communiquent les informations, par exemple pour transmettre des données de température, d'humidité ou toute autre information relative à un endroit donné³¹⁵. Ici, la confiance réside dans la source des données. Certaines sont évidemment fiables, comme les cours de la bourse ou les horaires d'un avion qui sont des données strictement objectives. Il suffira alors que la transmission de l'information aux smart contracts soit bien sécurisée. En revanche, pour observer d'autres phénomènes qui nécessiteraient une appréciation subjective, il peut être utile de recourir à plusieurs sources de données, par exemple à différents capteurs pour connaître la température d'un lieu ou la survenance d'un évènement climatique anormal.

Enfin, la version la plus aboutie et conforme à la philosophie décentralisée de la blockchain serait un oracle fonctionnant suivant un consensus : un groupe d'utilisateurs agit comme oracle et seules les données ayant recueilli le consensus d'une majorité des oracles sont utilisées par le smart contract³¹⁶. Autrement dit, ce sont les utilisateurs désignés qui vont

³¹³ C'est alors une sorte d'arbitre : J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 14 : « *This is basically a smart-contract version of an arbitrator or third-party certification* » (nous traduisons : Il s'agit en fait d'une version smart-contract de la certification par un arbitre ou un tiers).

³¹⁴ Des questions de responsabilité pourront alors se poser. V. *infra*, §229.

³¹⁵ THE CARDOZO BLOCKCHAIN PROJECT, « *Smart Contracts* » & *Legal Enforceability*, *op. cit.*, p. 6. Traduit de l'anglais par nous (passage original « *they can be sensors that transmit temperature, humidity, or other relevant information about a location* »). Des sociétés privées développent déjà une activité de « tiers de confiance numérique », avec des oracles techniques transmettant des informations extérieures à la blockchain : par exemple, ChainLink, Augur, Provable (tous ces oracles sont décentralisés).

³¹⁶ S. POLROT, « Les Oracles, lien entre la blockchain et le monde », *op. cit.* : il s'agit d'un « *consensus based oracle* ».

collecter les informations recherchées, en incitant – financièrement sans doute – les participants à fournir une réponse correcte³¹⁷. Suivant cette logique, les informations transmises auront d’autant plus de chances d’être fidèles à la réalité. Ainsi, avec cette catégorie d’oracle, l’information est en principe fournie de façon fiable et décentralisée, sans risque de corruption ni d’erreur dans la collecte des informations.

103. Illustration : le secteur de l’assurance³¹⁸. En utilisant un smart contract prévoyant toutes les conditions nécessaires à l’indemnisation, les compagnies d’assurance pourraient indemniser automatiquement des assurés en cas de sinistre avéré et gagner un temps considérable, puisqu’il n’y aurait plus besoin de recourir à un expert ni d’attendre une déclaration ou une revendication de la part de l’assuré. Toutefois, il faut que les conditions de déclenchement de l’assurance soient vérifiées de façon fiable. Pour cela, il suffit alors qu’un oracle fiable et désigné par les parties (ou par l’assureur seul, avec le consentement de l’assuré) transmette au smart contract les informations liées aux événements érigés comme conditions, si cette appréciation peut être menée facilement et objectivement. Il peut s’agir de l’indemnisation en cas de survenance d’un événement donné, comme le retard ou l’annulation d’un avion³¹⁹ ou la survenance d’une tempête ou d’une catastrophe naturelle. Il serait alors possible aux assureurs de proposer des contrats de micro-assurance pour des populations plus isolées grâce au gain de temps et d’argent que représente ce nouvel outil³²⁰.

104. Conclusion de la section. Les smart contracts associés à la blockchain. Inventés deux décennies avant la mise en place de la première blockchain, les smart contracts n’ont pas nécessairement besoin d’une blockchain pour fonctionner. Cependant, sans les blockchains, les smart contracts n’auraient sans doute pas connu le regain d’intérêt dont ils sont aujourd’hui l’objet. Cela s’explique par les grands avantages qu’apporte au smart contract l’exécution sur une blockchain : « Une fois inscrit dans la *blockchain*, le *smart contract* est automatique,

³¹⁷ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 15 : l’auteur souligne que pour qu’un tel système d’oracle décentralisé fonctionne, il faut sans doute prévoir des récompenses pour la participation au vote et pour le consensus trouvé.

³¹⁸ V. sur le sujet, B. DENIS *et al.*, « La Blockchain dans le secteur de l’assurance », *RLDA*, 2017, n° 132 ; A. COHN, T. WEST et C. PARKER, « Smart after all: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids », *op. cit.*

³¹⁹ V. ainsi l’expérience menée par Axa pendant deux ans autour de Fizzy, une solution d’indemnisation automatique en cas de retard d’un avion, s’appuyant sur la blockchain Ethereum : AXA, « AXA se lance sur la Blockchain avec fizzy », 13 septembre 2017 (en ligne : <https://www.axa.com/fr/magazine/axa-se-lance-sur-la-blockchain-avec-fizzy>) et pour la fin de l’expérience, M. WOOD, « AXA withdraws blockchain flight delay compensation experiment », sur *Ledger Insights - enterprise blockchain*, 11 novembre 2019 (en ligne : <https://www.ledgerinsights.com/axa-blockchain-flight-delay-compensation/>).

³²⁰ A. COHN, T. WEST et C. PARKER, « Smart after all: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids », *op. cit.*

indélébile et transparent : son exécution aura lieu exactement comme prévue, puisque le code ne peut pas être modifié et qu'il peut être librement lu et vérifié par les parties en présence »³²¹.

Ainsi, le déploiement sur une blockchain apporte une grande sécurité et une confiance renforcée aux parties au smart contract, en organisant de façon automatique la réalisation d'opérations, selon des conditions prévues dans le code informatique du smart contract, avec l'assurance qu'aucun évènement ni volonté ne viendra altérer l'exécution du smart contract ni modifier les termes du smart contract. De plus chaque interaction avec le smart contract est rattachée à une adresse individuelle, c'est-à-dire à un utilisateur ou à un autre smart contract : il est ainsi possible de retracer les différentes actions du smart contract et de les lier à un utilisateur ou à un autre smart contract. Le smart contract repose toutefois sur l'exécution numérique d'actions à partir d'informations parfois présentes seulement dans le monde extérieur, ce qui suppose l'intervention d'un logiciel ou d'un tiers à la transaction pour permettre l'exécution automatique de celle-ci.

105. Conclusion du chapitre. Les smart contracts sont une véritable innovation pour le XXI^e siècle. Associés à la blockchain, ils assurent une exécution autonome, automatique et sans faille d'engagements numériques, en assurant que le code informatique n'a pas été modifié à l'insu de l'une ou l'autre des parties. Pour cela, nul besoin d'un tiers de confiance, c'est-à-dire d'une institution bancaire ou financière, d'un service de l'État, d'un notaire, d'un avocat... les parties elles-mêmes, s'appuyant uniquement sur le code informatique, peuvent opérer ces vérifications en toute autonomie. Cette utopie rencontre toutefois quelques limites, surtout liées au fait que les smart contracts ne peuvent pas opérer tout à fait en dehors du monde réel et que leur programmation peut se révéler très complexe.

Les smart contracts et la blockchain ne sont toutefois pas les seules innovations liées à l'informatique. Ces outils technologiques ont émergé dans un contexte techno-contractuel foisonnant, où les technologies naissent et se développent rapidement et dont les frontières avec les smart contracts et la blockchain ne sont pas toujours nettes. Or, les innovations concomitantes peuvent être sources d'inspiration et d'améliorations et refléter une tendance contemporaine commune. L'étude de ces innovations techno-contractuelles voisines des smart contracts nous paraît essentielle pour délimiter les technologies étudiées et comprendre les liens qui existent entre tous ces outils techno-contractuels, qui peuvent parfois être utilisés de façon complémentaire des smart contracts déployés sur une blockchain.

³²¹ *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 35. Dans le même sens, B. JEAN et P. DE FILIPPI, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *op. cit.* : les smart contracts implémentés sur blockchain « bénéfici[ent] ainsi des forces de la blockchain que sont l'inaltérabilité et la vérifiabilité des transactions ».

Chapitre 2 – Le contexte techno-contractuel contemporain, favorable au développement des smart contracts

106. Les innovations techno-contractuelles des dernières décennies. Si le temps des innovations a été très lent pendant de longs siècles – que l’on pense à l’arrivée de l’imprimerie, aux machines à vapeur, à la motorisation – notre époque contemporaine connaît une accélération des nouveautés : l’ordinateur et l’informatique, l’internet et l’électronique, l’intelligence artificielle et les objets connectés... tous sont des innovations des dernières décennies. Grâce aux avancées dans le domaine de l’informatique, le contrat dans sa version papier connaît désormais bien des concurrents. Depuis la fin du XX^e siècle, une véritable dynamique techno-contractuelle s’est enclenchée. C’est précisément dans ce contexte que sont apparus les smart contracts.

L’enjeu est alors de déterminer comment les smart contracts s’insèrent dans ce paysage techno-contractuel. Les innovations qui le composent peuvent être classées en deux catégories, selon la technique utilisée. D’une part, les développements de l’informatique³²² ont fait émerger ces dernières années différents modèles de contrats s’appuyant sur l’informatique. Ceux-ci pourraient s’avérer bénéfiques aux smart contracts, puisqu’ils ont ainsi préparé la pratique aux contrats informatiques au sens large (Section 1). D’autre part, l’intelligence artificielle et les objets connectés ont contribué à enrichir la technique contractuelle et ce mouvement s’amplifie aujourd’hui. La réflexion évolue progressivement quant au rôle à donner à ces « agents intelligents », au fur et à mesure de la familiarisation de la pratique à ces nouveaux outils. L’autonomie de ces outils fait écho aux smart contracts. Allant plus loin, ces outils pourraient même être utilisés de pair avec les smart contracts afin de les rendre d’autant plus « *smart* » (Section 2).

Section 1 – Smart contracts et contrats informatiques

Section 2 – Le recours à l’intelligence artificielle et aux objets connectés

³²² Une précision terminologique s’impose, en raison de l’emploi fréquent des adjectifs informatique et numérique sans les distinguer véritablement. V. les explications de L. LEVENEUR, « Propos introductifs », in *Le droit civil à l’ère numérique, Actes du colloque du 21 avril 2017, JCP G*, 2017, p. 5 : l’informatique est le traitement de l’information, tandis que le numérique, du latin *numerus*, est « ce qui relève des nombres, ce qui se fait avec des nombres ». Ainsi en informatique, « le numérique se dit de la représentation d’informations par des nombres » et peut décrire « toute activité fondée sur la numérisation et le traitement de l’information : photographie, son, édition, sciences, art, sont numériques ». Pour lire ces informations écrites dans le système binaire, c’est-à-dire exclusivement avec les chiffres 0 et 1, les ordinateurs sont tout désignés. Ils peuvent procéder au traitement de ces informations, les stocker, les transmettre, les restituer sous leur forme développée : un texte, une image, une vidéo... V. aussi, P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique : informatiques et électroniques*, 12^e éd., Dalloz, 2022, n° 011.13.

Section 1 – Smart contracts et contrats informatiques

107. Le XX^e siècle a été marqué par de nombreuses innovations technologiques à partir de l'après-guerre : le premier ordinateur universel en 1945, le développement des langages de programmation dans les années 1950, la conception d'internet en 1969 avant de connaître un véritable essor dans les années 1980... Tous ces éléments ont contribué à faire entrer le monde – et le droit – dans l'ère numérique³²³. Rapidement, l'informatique gagne du terrain en droit des contrats à la fin du XX^e siècle, parallèlement à la création des smart contracts, en devenant de plusieurs façons un outil au service de la conclusion des contrats (I). La recherche a ensuite franchi une étape supplémentaire ces dernières décennies, en proposant des « *computable contracts* ». Ces contrats incluent une dose plus ou moins avancée d'automatisation dans le processus contractuel, faisant ainsi grandement écho aux smart contracts (II).

I. Les premiers développements de l'informatique : les innovations de la fin du XX^e siècle

108. **L'informatique au service des échanges.** Progressivement, le développement d'internet et de l'informatique est vu comme un moyen d'accroître les échanges commerciaux. Dans un premier temps, un outil particulier et peu connu du grand public est développé entre partenaires commerciaux pour faciliter l'échange de documents et d'informations et accélérer ainsi les transactions : c'est l'échange de données informatisé (A), qui pourrait à certains égards ressembler à un ancêtre des smart contracts.

Puis, le mouvement se généralise sur internet à partir du moment où la plupart des foyers, et non seulement les entreprises, sont dotés d'un ordinateur et d'une connexion internet. C'est la conclusion de contrats par voie électronique (B), favorisant le développement du commerce électronique.

A. L'échange de données informatisé

109. **L'EDI, précurseur dans le commerce électronique.** L'échange de données informatisé, ou « EDI », a été développé au cours des années 1980 afin de faciliter la transmission des documents nécessaires aux transactions commerciales. L'étude de ce système

³²³ V. L. LEVENEUR, « Propos introductifs », *op. cit.*, p. 5-6 ; P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 011.41 s.

informatisé (1) permet d'en discerner les similitudes avec les smart contracts qu'il préfigurait de façon simplifiée (2).

1) Présentation de l'EDI

110. Définition : échanger des informations entre partenaires commerciaux. L'EDI, de l'anglais *Electronic Data Interchange* et traduit en français par l'expression « échange de données informatisé »³²⁴, permet à des partenaires commerciaux de se transmettre facilement des documents commerciaux, en réduisant ainsi le recours au papier et les délais de traitement des informations. L'EDI peut être défini comme « l'échange électronique d'informations structurées et normalisées entre partenaires économiques le plus souvent distincts et indépendants »³²⁵ ou encore comme « l'échange de données structurées sous la forme de messages préagrés, d'ordinateur à ordinateur, par l'intermédiaire de réseaux de télécommunications »³²⁶. Ainsi, l'utilisation de l'EDI vise à échanger des informations entre des partenaires indépendants, notamment pour passer des commandes de fournitures ou tout autre ordre d'achat.

111. Atouts et portée de l'EDI. Cette nouvelle technique a permis de répondre au fort accroissement du volume de documents papier dans les échanges commerciaux survenu à partir des années 1980 en donnant aux entreprises les moyens d'une communication directe d'ordinateur à ordinateur. Par définition, l'EDI est restreint aux seuls commerçants et les particuliers en sont exclus³²⁷. Sa portée est donc relativement limitée, même si le système est aujourd'hui intégré dans la plupart des échanges commerciaux³²⁸. L'EDI, au-delà de la dématérialisation des documents administratifs ou de gestion, a permis d'éliminer des tâches administratives redondantes (saisie, copie, envoi de documents), remettant en cause l'existence même des postes administratifs sans valeur ajoutée³²⁹.

³²⁴ Le choix de la forme grammaticale « informatisé » permet d'insister sur le fait que c'est bien l'échange, plus que les données, qui est informatisé : T. PIETTE-COUDOL et A. BENSOUSSAN, *L'échange de données informatisé et le droit*, Hermès, 1991, p. 1.

³²⁵ O. BEZAUT et D. GOEPP, *EDI: une nouvelle approche du système d'information*, Tenorconseil, 1993.

³²⁶ *Ibid.*, p. 1, citant la définition d'EDIFRANCE, pôle de compétence de l'EDI au sein de l'AFNOR (Association française de normalisation).

³²⁷ V.T. PIETTE-COUDOL et A. BENSOUSSAN, *L'échange de données informatisé et le droit*, *op. cit.*, p. 1 et p. 22. Le terme « interchange » vise les échanges inter-organisations, c'est-à-dire entre entités juridiques distinctes. En 1988, la France comptait quatre cent utilisateurs de l'EDI, surtout dans le domaine des transports, de l'assurance, de l'automobile, de l'industrie chimique, etc. ; dans le monde, environ 15 000 entreprises utilisaient l'EDI au début des années 1990 : J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 287.

³²⁸ J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 263 et p. 286 s.

³²⁹ O. BEZAUT et D. GOEPP, *EDI*, *op. cit.*, p. 25-26.

112. Fonctionnement : les conditions de mise en œuvre de l'EDI entre deux partenaires. Techniquement, l'EDI revient à faire communiquer des systèmes d'information de partenaires externes, sans intervention manuelle, à l'aide de messages normalisés et structurés³³⁰. Cette communication informatique suppose deux prérequis.

D'une part, la mise en place de normes nationales et internationales permettant aux applications informatiques de dialoguer entre elles³³¹. Cette normalisation internationale a été faite dès 1987, avec l'adoption de la norme EDIFACT ISO 9735 à Genève, et a été suivie par la création d'EDIFRANCE, un pôle de compétence au sein de l'Association française de normalisation (AFNOR). Ainsi, des messages normalisés peuvent être échangés, avec des sens précis et agréés entre les partenaires utilisant l'EDI. De façon pratique, ces messages forment un langage permettant d'exprimer la logique contractuelle dans ce type de relations commerciales : les messages permettent donc de fixer les prix et quantités d'achat dans une relation commerciale établie, d'envoyer un bon de commande, etc.

D'autre part, il faut que deux partenaires commerciaux aient convenu de recourir à l'EDI dans leurs relations commerciales. Pour cela, une convention, communément appelée Accord d'Interchange, est signée entre les deux partenaires³³².

113. L'Accord d'Interchange³³³ ou convention EDI. L'Accord d'Interchange est le plus souvent un contrat type, contenant une partie juridique et une partie technique. Il est adossé au contrat principal régissant les relations commerciales des deux partenaires. L'idée est d'établir par cette convention les procédures utilisées et les conditions auxquelles les parties reconnaissent la force obligatoire des relations EDI³³⁴. En d'autres termes, la convention EDI précise uniquement les conditions techniques et contractuelles du dialogue entre les applications informatiques des deux commerçants, et ne modifie aucunement le fond de la relation commerciale établie. Cet accord préalable, forme de contrat cadre, régit de nombreuses questions : droit applicable, valeur probatoire des écritures passées, charge et objet de la preuve répartis entre les parties, force obligatoire des transactions réalisées *via* l'EDI mais aussi responsabilité des parties quant au bon fonctionnement du système et conséquences en cas de dysfonctionnement ou d'erreur. La convention EDI permet aux parties d'indiquer la valeur que les parties reconnaissent à l'EDI, et ainsi de limiter en amont le contentieux.

³³⁰ *Ibid.*, p. 1.

³³¹ *Ibid.*, p. 12.

³³² V. sur le sujet *Ibid.*, p. 28 s. ; T. PIETTE-COUDOL et A. BENSOUSSAN, *L'échange de données informatisé et le droit*, *op. cit.*, p. 42 s. et p. 58 s.

³³³ V. Annexe n°5 pour un exemple d'Accord d'Interchange, tel que présenté dans l'ouvrage de T. PIETTE-COUDOL et A. BENSOUSSAN, *L'échange de données informatisé et le droit*, *op. cit.*

³³⁴ *Ibid.*, p. 42 s.

114. Qualification juridique des transactions EDI. Les transactions passées par l'EDI – commande ou achat de matériel, négociation de prix, etc. – sont-elles des contrats ? Des auteurs les ont qualifiées de « contrats élémentaires », dont le cadre est fixé par l'EDI³³⁵. Il s'agirait tout simplement de contrats d'application (les transactions EDI) d'un contrat-cadre (le contrat principal, siège de la relation commerciale établie et dont la mise en œuvre est précisée par l'Accord d'Interchange). Dès lors, sans doute la question de l'existence ou de la qualité du consentement à ces contrats élémentaires pourrait-elle être posée : les contractants ont-ils véritablement consenti aux transactions ainsi réalisées ? On peut se demander si le consentement donné pour le contrat cadre est distribué à tous ces contrats d'application. Par ailleurs, si l'utilisation de machines pour contracter ne pose pas de problème « du moment que ces dernières restent sous le contrôle des êtres humains »³³⁶, toute la question réside dans la preuve du consentement en cas de contestation d'une transaction EDI par l'un des contractants. En effet, l'utilisation d'un procédé informatique de transmission de messages normalisés pourrait faire douter quant à « la réalité, la qualité et la profondeur du consentement »³³⁷. Toutefois, le fort climat de confiance entre les acteurs de l'EDI tend à réduire cette question à peau de chagrin en pratique et certains avancent même qu'une présomption en faveur de l'existence d'un consentement valable devrait être retenue³³⁸. La question reste entière du point de vue théorique.

115. Les conséquences du recours à l'EDI. En normalisant et en structurant le processus contractuel entre deux partenaires commerciaux à l'aide de messages informatiques, le résultat recherché, au-delà de la réduction des coûts et du recours au papier, est aussi une baisse du contentieux. La doctrine américaine³³⁹, durant la première décennie d'expansion de l'EDI, faisait valoir que l'utilisation de règles suivant la logique « si... alors... » aurait pour effet de supprimer les ambiguïtés qui existent parfois dans les transactions et qui sont à l'origine du contentieux entre partenaires commerciaux. L'idée était aussi que le recours à l'EDI permettrait d'améliorer la prise de décision, puisqu'il est nécessaire de prévoir précisément et en amont l'entière logique contractuelle. Dès lors, les entreprises peuvent mieux évaluer le profit à tirer des contrats ainsi anticipés et éviter de devoir rompre des relations commerciales qui se révéleraient moins rentables que prévu.

³³⁵ *Ibid.*, p. 64 s.

³³⁶ *Ibid.*, p. 67.

³³⁷ *Ibid.*, p. 66.

³³⁸ *Ibid.*, p. 71.

³³⁹ V. pour une synthèse sur le sujet, J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 286 s.

De fait, il n'y a eu aucun contentieux relatif à l'utilisation de l'EDI ou impliquant des transactions passées *via* l'EDI³⁴⁰. Comment expliquer cette absence de contentieux ? Pour les uns, l'EDI nécessite une confiance réciproque et un devoir de loyauté pour fonctionner correctement³⁴¹ : sans ce climat de confiance préalable, le recours à l'EDI risquait d'être remis en cause en permanence. Et s'agissant de relations commerciales, la confiance est indispensable à toutes les étapes du processus contractuel. Pour les autres, l'EDI n'a pas créé de contentieux en raison non seulement de la forte implication des acteurs – notamment financière, réduisant le risque de critique ou d'attaque à l'encontre de cette technique – mais aussi de la flexibilité du système³⁴². En effet, les systèmes EDI étant facilement modifiables et adaptables à l'évolution des relations entre deux partenaires commerciaux, ils permettent d'améliorer les conditions contractuelles et d'opérer facilement des concessions ; par ailleurs, l'investissement important réalisé par les entreprises dans cette technologie permet d'assurer réciproquement aux acteurs la pérennité de l'engagement. En conséquence, l'EDI n'a pas donné naissance à des litiges liés à son utilisation, ce qui en montre l'efficacité. Sans doute la signature de l'Accord d'Interchange entre partenaires commerciaux a-t-elle permis aussi de régler par anticipation de nombreuses questions juridiques et d'éviter tout contentieux.

Trouvant dans l'EDI un précurseur de l'exécution automatisée, les smart contracts pourraient s'inspirer utilement des enseignements tirés de la pratique de l'EDI.

2) *De l'EDI aux smart contracts : la faveur pour l'exécution automatique des contrats*

116. L'EDI, ancêtre des smart contracts ? Deux outils d'automatisation contractuelle. Les smart contracts font certainement écho à l'EDI en ce qu'ils pourraient de la même manière permettre la simplification et l'amélioration des processus contractuels en limitant, voire en supprimant, les risques d'inexécution liés à l'erreur humaine, dans un domaine autrement plus large que les seules commandes commerciales. La similarité avec les smart contracts apparaît ici, puisqu'il s'agit d'une modalité d'exécution des obligations contractuelles en utilisant un moyen technique autonome, c'est-à-dire qui ne nécessite pas d'intervention humaine. Nick Szabo, père des smart contracts, voyait lui-même dans l'EDI un

³⁴⁰ Une recherche approfondie sur le site www.légifrance.gouv.fr ne permet pas de trouver de décision de la jurisprudence judiciaire française à ce sujet et M. Sklaroff, dans l'article précité (J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*), souligne de la même façon qu'en quarante ans d'existence, l'EDI ne semble avoir donné lieu à aucune décision de justice en droit américain.

³⁴¹ V. en ce sens, T. PIETTE-COUDOL et A. BENSOUSSAN, *L'échange de données informatisé et le droit*, *op. cit.*, p. 71.

³⁴² J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 290.

précurseur des smart contracts³⁴³. Si les smart contracts sont technologiquement bien plus avancés que l'EDI, un même objectif d'optimisation des relations contractuelles se retrouve avec ces deux technologies. L'EDI a permis, d'une certaine façon, de préparer le terrain pour les smart contracts. Il est en effet possible de tirer plusieurs enseignements de l'EDI pour la pratique des smart contracts.

117. Autonomie limitée de l'EDI et flexibilité de l'instrument. Comparaison avec les smart contracts. Certains montrent que d'un côté, l'EDI a échoué et n'a pas réussi à transformer la nature même du processus contractuel, se contentant de rendre plus efficaces certains de ses aspects uniquement, sans permettre la formation autonome et instantanée de contrats entre partenaires commerciaux comme anticipé³⁴⁴. D'un autre côté, l'EDI a permis d'améliorer les transactions commerciales et de résoudre des conflits sans recourir au contentieux, grâce à la flexibilité qu'il autorise entre les parties. Ce serait alors le manque même d'autonomie de l'EDI qui serait sa force³⁴⁵ : les parties s'en servent comme un outil uniquement, sans compter sur l'autonomisation de ses fonctions qui aurait au contraire pour effet de rendre inflexibles les relations commerciales. Dès lors, l'EDI a préservé le caractère humain des relations commerciales, tout en les rendant plus efficaces³⁴⁶.

À l'inverse, les smart contracts déployés sur une blockchain sont conçus pour exclure l'humanité du processus contractuel en intégrant toutes les actions dans le code informatique ; ils revêtent ainsi un caractère d'inflexibilité qui pourrait se révéler coûteux et compliqué à utiliser au quotidien³⁴⁷. En voulant automatiser davantage d'étapes du processus contractuel, les smart contracts pourraient alors perdre l'efficacité que proposaient les transactions EDI. Sans doute faut-il garder en tête l'importance de la flexibilité des instruments utilisés dans les relations contractuelles, pour permettre une adaptation de la vie du contrat aux circonstances extérieures, sociales et économiques³⁴⁸.

118. Les atouts d'une convention préalable. L'Accord d'Interchange, ou convention EDI, apparaît être un moyen efficace de régler entre les parties les modalités et la valeur du recours à un moyen technique de mise en application des engagements contractuels préexistants

³⁴³ N. SZABO, « Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets », *op. cit.*. V. aussi J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 286 s.

³⁴⁴ *Ibid.*, p. 286-287. Cet auteur souligne que les défenseurs de l'EDI y voyaient un moyen révolutionnaire qui allait bouleverser la formation et l'exécution des contrats. Peut-être étaient-ils des visionnaires, en attendant qu'une technologie suffisamment développée et robuste se répande...

³⁴⁵ *Ibid.*, p. 291.

³⁴⁶ *Ibid.*, p. 286-291.

³⁴⁷ *Ibid.*, p. 287 ; p. 291 ; p. 303.

³⁴⁸ V. sur le sujet, *infra* §256.

entre les parties : en témoigne l'absence de contentieux né de l'utilisation de l'EDI³⁴⁹. L'idée d'une convention encadrant le recours à l'EDI et réglant l'essentiel des questions applicables aura nécessairement un écho dans l'avenir, dans les cas où les smart contracts seront utilisés pour mettre en application des contrats préexistants, en particulier dans des relations commerciales ou encore entre un professionnel et un consommateur.

En édictant en amont des dispositions relatives à la loi applicable, la juridiction compétente en cas de litige, la preuve, et tout autre point relatif au cadre normatif de l'opération envisagée, *la convention de recours à un smart contract*³⁵⁰ pourrait se révéler être un outil extrêmement utile pour favoriser l'utilisation de cette nouvelle technique d'exécution contractuelle.

119. L'EDI est une des premières innovations contractuelles fondées sur l'informatique, mais elle est restée cantonnée à une pratique strictement commerciale et peu connue en dehors du domaine de la distribution. En revanche, les contrats conclus par voie électronique ont connu un essor bien plus important auprès du grand public.

B. Les contrats conclus par voie électronique

120. Un nouveau mode de formation des contrats. Les contrats conclus par voie électronique se démarquent clairement comme l'innovation techno-contractuelle qui a marqué la fin du XX^e siècle. Si l'expression abrégée de « contrats électroniques » est tentante, il ne faut cependant pas y céder, sauf à préciser qu'il s'agit d'un raccourci de langage. Il n'y pas ici de contrats électroniques à proprement parler³⁵¹, mais des contrats pour lesquels la formation est réalisée par la voie électronique. Le recours à ce nouveau mode de conclusion des contrats a suivi une croissance très rapide, forçant le droit à réagir pour adapter certaines règles essentielles en pratique (1). Ces contrats, qui se distinguent exclusivement par leur mode de formation, s'inscrivent dans un contexte de forte vitalité contractuelle et l'alimentent. Ce mouvement a créé un terrain favorable au déploiement des smart contracts (2).

³⁴⁹ V. *supra*, §115.

³⁵⁰ V. *infra*, §556.

³⁵¹ V. sur le sujet, P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique, op. cit.* : l'auteur insiste (n° 012.11) sur le caractère purement descriptif de l'expression de contrats électroniques, la nature des obligations contractuelles n'étant nullement modifiées par l'utilisation de la voie électronique pour conclure le contrat ; v. aussi n° 012.12 : « les expressions de contrats informatiques et de contrats électroniques sont simplement descriptives ». Ces expressions « sont vicieuses », « de fantaisie plus que scientifiques ». Pour lui, « il n'existe pas plus de contrats informatiques ou de contrats électroniques que de contrats médicaux ou de contrats de la distribution ».

1) *Les contrats conclus par voie électronique et l'adaptation du droit positif*

121. Accompagner le développement du commerce électronique. Avec l'essor d'internet, le commerce électronique se développe à très grande vitesse et le nombre de contrats conclus par voie électronique a connu une croissance exponentielle à partir du milieu des années 1990. Cet outil facilite les transactions transfrontières dont la multiplication est rendue possible par la très grande expansion de l'accès à internet au sein des foyers des particuliers et des entreprises de toutes tailles³⁵². Le schisme dans la dimension espace et temps traditionnelle des échanges représente un nouveau confort pour le particulier qui peut conclure des transactions depuis chez lui à toute heure du jour et de la nuit, avec un choix accru de prestataires ou de vendeurs et un temps réduit de mise en exécution. La consommation des particuliers est facilitée et accélérée. Les professionnels y trouvent très largement leur compte puisque ce vaste marché leur permet de toucher des cibles bien plus nombreuses et diverses, d'attirer de nombreux consommateurs³⁵³ et de démultiplier l'offre dont la diffusion est de plus en plus effectuée exclusivement en ligne.

122. La généralisation du contrat conclu par voie électronique et le besoin de confiance. Dans un premier temps, les contrats conclus par voie électronique sont réservés aux partenaires commerciaux qui utilisent le nouveau moyen de communication des informations que représente internet, bien plus rapide, efficace et économique que les moyens traditionnels. Mais « avec la banalisation d'Internet, le télé-contrat échappe au droit des affaires pour envahir la vie quotidienne ; en devenant un phénomène de masse, il se « civilise » au sens juridique »³⁵⁴. Les interrogations s'emparent alors des utilisateurs. Certes, les contrats conclus par voie électronique paraissent plus rapides et plus pratiques dans leur mode de conclusion, tant par rapport à la vente en directe – le consommateur n'a pas besoin de se déplacer dans le magasin concerné en respectant des horaires contraignants et peut désormais conclure un contrat le soir tard, depuis son canapé – que par rapport à la vente par correspondance – il n'est plus question d'attendre que l'échange de l'offre et de l'acceptation ait eu lieu par courriers interposés.

Mais il s'agit d'un moyen nouveau de communication et de conclusion des transactions, sans certitude – au début de l'internet grand public – quant à la sécurité des

³⁵² J. ROCHFELD, « La définition du contrat électronique », in *L'acquis communautaire : le contrat électronique*, J. Rochfeld (dir.), Economica, 2010, n° 1.1.

³⁵³ *Id.*

³⁵⁴ P. CATALA, « Écriture électronique et actes juridiques », in *Mélanges Michel Cabrillac*, Litec, Dalloz, 1999, p. 93. Il ajoute que « la mondialisation du phénomène donne à ses conséquences une ampleur qui interpelle une communauté juridique sans frontières ».

échanges et de la transmission des informations de paiement, où contrairement à la vente par téléphone, l'acheteur à distance ne peut pas même se raccrocher à une voix pour lui inspirer la confiance nécessaire pour dicter ses coordonnées bancaires. Et surtout, le droit reconnaît-il que des transactions effectuées en ligne sont valables ? Quels recours donner au vendeur ou prestataire de services qui n'a pas reçu le paiement promis ou à l'acheteur qui a reçu un produit non conforme à la description qui était indiquée sur le site du commerçant ? Un besoin de confiance se fait fortement sentir. La rupture du contact physique avec le professionnel – non identifié en ligne – ou avec les biens convoités place le consommateur en dehors de son univers familial³⁵⁵ ; et parfois (de plus en plus souvent), il est partie à des transactions proposées dans une langue qu'il ne maîtrise pas, puisque les contrats conclus en ligne ne connaissent pas de frontières. Dès lors, il faut réussir à instaurer la confiance pour favoriser le développement du commerce électronique et éviter que des problèmes de preuve suscités par les transactions en ligne ne viennent freiner ce développement³⁵⁶.

123. La rapide adaptation du droit civil français sous l'impulsion européenne. Très vite les droits européen³⁵⁷ et français se sont emparés des enjeux relatifs à la formation des contrats conclus par voie électronique. Puisque le contrat est devenu « civil » et non plus seulement « commercial », il convient de préciser les contours de la preuve, de la signature et de la valeur de l'écrit électronique rapidement, afin d'assurer une valeur juridique et probante suffisante en cas de litige.

C'est chose faite avec la loi du 13 mars 2000, complétée par une ordonnance du 16 juin 2005³⁵⁸, qui adapte les dispositions du code civil relatives à la preuve pour admettre l'équivalence entre supports papier et électronique à certaines conditions. Une « véritable révolution du droit de la preuve » est conduite, en conférant à l'écrit électronique la même valeur probatoire que l'écrit sur support papier³⁵⁹. Une disposition sur la signature électronique est insérée dans le code civil par la même occasion, afin de préciser les conditions dans lesquelles elle permet de remplir les mêmes fonctions que la signature manuscrite³⁶⁰.

³⁵⁵ J. ROCHFELD, « La définition du contrat électronique », *op. cit.*, n° 1.2, p.5.

³⁵⁶ V. en ce sens, A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 141.

³⁵⁷ La directive CE du 8 juin 2000 « Commerce électronique » enjoint les États-membres à prendre des mesures visant à instaurer la confiance et permettre la protection de l'acceptant, dans un but de promotion du commerce électronique, vecteur de croissance d'échanges transfrontières au sein de l'UE. L'article 9-1 prévoit seulement que les États-membres de l'UE doivent permettre la conclusion de contrats par voie électronique.

³⁵⁸ Loi n° 2000-230 du 13 mars 2000 portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l'information et relative à la signature électronique ; Ordonnance n° 2005-674 du 16 juin 2005 relative à l'accomplissement de certaines formalités contractuelles par voie électronique. Ce mouvement législatif français est concomitant des vellétés européennes en la matière.

³⁵⁹ A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 141.

³⁶⁰ La règle figure aujourd'hui à l'article 1367 du code civil, alinéa 2 : « Lorsqu'elle est électronique, elle consiste en l'usage d'un procédé fiable d'identification garantissant son lien avec l'acte auquel elle s'attache. La fiabilité de ce

La loi du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique (« LCEN »)³⁶¹ vient compléter les dispositions de la loi de 2000 en ajoutant des règles de reconnaissance de l'équivalence entre les deux formes d'écrits. De plus, la règle du « double clic », qui figure à l'article 1127-2 du code civil³⁶², a été mise en place pour « contrer la disparition du temps et les engagements irréfléchis »³⁶³. De manière générale, la loi de 2004 a instauré plusieurs mesures visant à protéger l'expression du consentement, qui figurent aujourd'hui aux articles 1127-1 à 1127-3, notamment *via* des mentions obligatoires devant figurer dans l'offre de contracter. Le consentement et la forme du contrat sont donc les deux éléments principaux qui marquent une légère spécificité du régime du contrat conclu par voie électronique³⁶⁴. L'objectif des nouvelles dispositions est alors de permettre aux utilisateurs d'appriivoiser la technique électronique en enjoignant aux professionnels offrants de fournir les informations utiles et de proposer une procédure de conclusion spécifique.

La réforme du droit des contrats du 10 février 2016³⁶⁵ s'est en revanche contentée de réorganiser ces dispositions dans le code³⁶⁶, manquant ainsi son rendez-vous avec le XXI^e siècle et la transition numérique, faute de réflexion d'envergure en la matière³⁶⁷.

124. La vaine recherche d'une définition du contrat électronique. Malgré la réaction rapide du législateur, la définition du contrat conclu par voie électronique fait cruellement

procédé est présumée, jusqu'à preuve contraire, lorsque la signature électronique est créée, l'identité du signataire assurée et l'intégrité de l'acte garantie, dans des conditions fixées par décret en Conseil d'Etat. »

³⁶¹ Loi n° 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique. Il s'agit de la transposition de la directive CE du 8 juin 2000 « Commerce électronique ». Le nom choisi pour la loi montre bien la préoccupation centrale du législateur dans la décennie suivant l'arrivée de l'internet grand public.

³⁶² La règle figure au premier alinéa de l'article 1127-2 du code civil, qui exige que l'internaute confirme sa commande par deux clics : « le contrat n'est valablement conclu que si le destinataire a eu la possibilité de vérifier le détail de sa commande et son prix total et de corriger d'éventuelles erreurs avant de confirmer celle-ci pour exprimer son acceptation définitive ». L'expression de « double-clic » n'est pas forcément bien trouvée, comme l'explique M. Netter : « Le nom n'est pas très heureux, puisqu'il renvoie en informatique à l'ordre donné par deux clics de souris réalisés en un court instant, alors qu'il s'agit bien, ici, de presser un premier bouton, d'accéder à un nouvel écran récapitulatif qu'il faut lire afin de vérifier que tout est conforme, avant de cliquer sur un second bouton » (E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé : La personne, la propriété, le contrat*, Habilitation à diriger des recherches, Université de Picardie - Jules Verne, 2017, n° 271).

³⁶³ J. ROCHFELD, « Contrat électronique », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*, p. 77.

³⁶⁴ P. MALINVAUD, M. MEKKI et J.-B. SEUBE, *Droit des obligations*, 16^e éd., LexisNexis, 2021, n° 164 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, 13^e éd., Dalloz, 2022, n° 107.

³⁶⁵ Ordonnance n° 2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, modifiée par la loi de ratification du 20 avril 2018 (Loi n° 2018-287 du 20 avril 2018, précitée).

³⁶⁶ Ces règles figurent aujourd'hui aux articles 1125 et suivants et 1365 et suivants du code civil.

³⁶⁷ Certains auteurs ont pointé du doigt ce rendez-vous manqué : v. G. LOISEAU, « Le contrat électronique, l'indigent de la réforme du droit des contrats », *CCE*, n° 9, 2016, p. 15 ; L.-M. AUGAGNEUR, « Le projet de réforme du droit des contrats : le destin manqué de la transformation numérique », *RLDI*, n° 117, 1^{er} juillet 2015, p. 55. V. également, J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 69 : « le nouveau droit des contrats est étrangement muet sur les enjeux de l'ère numérique ». Et l'auteur de souligner combien la doctrine ne s'est pas emparée du sujet, alors pourtant que les incidences numériques ont été largement étudiées en droit du travail, de la concurrence, bancaire, financier et même de la responsabilité... Le droit des contrats reste inexploré dans ce domaine.

défaut en droit français comme en droit européen³⁶⁸. Comment procéder ? Il pourrait être défini à partir du contrat à distance, dont il serait un type particulier³⁶⁹. Mais le contrat à distance ne s'applique qu'aux relations « B2C » (*business-to-consumer*), c'est-à-dire les relations de professionnels à consommateurs, alors que le domaine du contrat conclu par voie électronique ne connaît pas de restriction. Les règles du contrat à distance ne trouveront donc pas toujours à s'appliquer. L'article 1127-1 du code civil, qui donne indirectement une définition large du contrat conclu par voie électronique, se contente de disposer que « quiconque propose à titre professionnel, par voie électronique, la fourniture de biens ou la prestation de services, met à disposition les conditions contractuelles applicables d'une manière qui permette leur conservation et leur reproduction ». Or, soulignent certains, la mention à l'offrant professionnel peut paraître réductrice, ne laissant pas de place aux contrats conclus *via* des automates ou des robots³⁷⁰. Notons également que cette disposition apporte une restriction quant aux parties, l'offrant devant agir à titre professionnel. Si l'offrant agit à titre non professionnel, il ne sera pas assujéti aux exigences légales.

S'il n'est pas défini par la loi, il faut au moins déterminer ce que recouvre le contrat conclu par voie électronique. Certains s'interrogent : « entend-on par-là uniquement les contrats dont l'offre et l'acceptation sont électroniques ? Suffit-il, au contraire, pour qu'on puisse parler de contrat électronique, que l'acceptation d'une offre quelconque ait été acheminée électroniquement ? »³⁷¹. Si l'on suit la lettre de la LCEN, il s'agirait davantage de la première branche de l'alternative. En tout état de cause, il s'agit bien de contrats définis par leur mode de conclusion, et non d'une nouvelle catégorie de contrats *sui generis*. L'on retient alors l'électronique comme un simple « moyen technique d'établissement de la relation constitutive d'un accord contractuel » voire comme un « moyen technique d'exécution des engagements obligatoires »³⁷². Autrement dit, avec le contrat électronique, seule la manière de contracter est concernée : il ne s'agit que d'un contrat *conclu par voie électronique*.

125. Les contrats conclus par voie électronique, nouveau support pour la conclusion des contrats. En définitive, il est évident aujourd'hui que le contrat n'a plus nécessairement pour support un écrit papier : « il peut s'agir d'un écrit électronique (...) et d'une signature par

³⁶⁸ J. ROCHFELD, « Contrat électronique », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*

³⁶⁹ J. ROCHFELD, « La définition du contrat électronique », 2010, *op. cit.*, n° 1.9.

³⁷⁰ J. ROCHFELD, « Contrat électronique », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.* De plus, l'utilisation d'une machine ne donne pas forcément lieu à un contrat dématérialisé : songeons à l'achat d'un billet de train sur une borne SNCF, qui peut encore être matérialisé sur un support papier. V. G. LOISEAU, « Le contrat électronique, l'indigent de la réforme du droit des contrats », *op. cit.*

³⁷¹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 107.

³⁷² T. REVET, « Rapport introductif », in *Le contrat électronique*, Association Henri Capitant (dir.), Éd. Panthéon-Assas, 2002, p. 9-12.

un code et un double-clic »³⁷³. Ce changement dans la manière de contracter représente une « profonde mutation qui ne se manifesterait dans toute son ampleur qu'après de nombreuses années. À la civilisation du papier a succédé celle de l'informatique »³⁷⁴. Aujourd'hui, la manifestation de la volonté par voie électronique est très fréquente dans la pratique contractuelle contemporaine. Ainsi le contrat conclu par voie électronique trouve-t-il désormais sa place dans les classifications des contrats³⁷⁵. Distinguer les contrats électroniques des contrats traditionnels revient à retenir une typologie fondée sur le mode d'expression de la volonté³⁷⁶. Les seules particularités de régime³⁷⁷ tiennent dès lors à la forme du contrat et à l'expression de la volonté.

126. Comparaison avec les smart contracts. D'ores et déjà, la différence entre les contrats conclus par voie électronique et les smart contracts commence à poindre. Les contrats conclus par voie électronique favorisent une pratique contractuelle de « prêt-à-contracter » ou « prêt-à-consommer », avec des modèles des plus unilatéraux, à prendre ou à laisser, qui laissent à désirer quant aux exigences traditionnelles sur la qualité du consentement. Mais ces contrats ne sont innovants que du point de vue du mode de conclusion du contrat. Par contraste, les smart contracts induisent un changement plus profond de paradigme, dès lors que changent à la fois le support et le fond. Les smart contracts sont avant tout des programmes informatiques auto-exécutants, permettant d'automatiser l'exécution d'actions programmées. L'instrument touche donc essentiellement à l'exécution – éventuellement d'un contrat ou d'une de ses clauses – là où le contrat conclu par voie électronique n'a aucune incidence. La différence est de taille et semble opposer deux éléments distincts du processus contractuel.

³⁷³ F. TERRE, P. SIMLER et Y. LEQUETTE, *Droit civil. Les obligations*, 11^e éd., Dalloz, 2013, n° 373.

³⁷⁴ *Id.*

³⁷⁵ Ce réajustement est favorablement accueilli par G. LOISEAU, « Le contrat électronique, l'indigent de la réforme du droit des contrats », *op. cit.* : « Cette recomposition est un réel progrès puisque, ainsi organisés, les contrats électroniques ne sont plus isolés à la frange du droit commun des contrats et intègrent pleinement celui-ci tout en étant conçus comme une catégorie particulière assortie d'un régime *ad hoc*. »

³⁷⁶ P. MALINVAUD, M. MEKKI et J.-B. SEUBE, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 86.

F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 107 : « le développement des techniques de communication électronique – internet, courriel... – permet d'exprimer sa volonté au travers d'impulsions électroniques ». V. aussi, A. RAYNOUARD, « La formation du contrat électronique », in *Le contrat électronique*, Association Henri Capitant (dir.), Éd. Panthéon-Assas, 2002, p. 17, qui rappelle que c'est la manifestation du consentement seule qui est en cause dans le contrat conclu par voie électronique.

³⁷⁷ En matière d'exécution, la LCEN ne semble avoir prévu aucune spécificité ; sauf à trouver dans son article 15, non codifié, une obligation de résultat à la charge du professionnel, qui n'est pas justifiée pour des contrats conclus à distance : « toute personne physique ou morale exerçant l'activité de commerce électronique est responsable de plein droit à l'égard de l'acheteur de la bonne exécution des obligations résultant du contrat conclu, que ces obligations soient à exécuter par elle-même ou par d'autres prestataires de services, sans préjudice de son droit de recours contre ceux-ci ». V. sur le sujet, J. ROCHFELD, « Contrat électronique », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*

Toutefois, la suite de l'étude montrera qu'il n'est pas exclu qu'un smart contract soit le support d'un contrat³⁷⁸. Dans ces hypothèses, la conclusion aura bien lieu par voie électronique et les éléments de régime propres aux contrats conclus par voie électronique pourront trouver à s'appliquer.

Il apparaît que l'essor du recours aux contrats conclus par voie électronique a créé un terrain favorable aux smart contracts, en créant une pratique contractuelle fondée sur la rapidité et la simplicité.

2) *Un terrain favorable pour le déploiement des smart contracts*

127. Le rôle de l'informatique dans la vitalité contractuelle contemporaine. L'expansion des contrats conclus par voie électronique survient dans un contexte de vitalité contractuelle à la fin du XX^e siècle³⁷⁹, où le contrat de vente se retrouve démultiplié, guidé par une recherche d'instantanéité et d'immédiateté dans la consommation de ses effets³⁸⁰. Les contractants recherchent du prêt-à-consommer, parfois sans que le contrat ne soit créateur d'obligations : il ne serait alors plus qu'un outil pour « déplacer les possessions »³⁸¹. De plus, avec la société de consommation, les contrats comme les besoins sont uniformisés, standardisés, démultipliés³⁸². Le recours à l'informatique favorise précisément cette tendance

³⁷⁸ V. *infra*, §343 s. sur la qualification de contrat appliquée aux smart contracts.

³⁷⁹ L'article de B. DE MONTMORILLON, « La croissance contractuelle », *Revue française de gestion*, n° 77, janvier-février, 1989, p. 97-106, analyse la forte croissance contractuelle dans le monde de l'entreprise, qui utilise de plus l'instrument contractuel. V. aussi l'analyse de F. TERRE, « Revue des sciences morales et politiques », *op. cit.* Jacques Mestre note : « le contrat a magnifiquement surmonté les risques de dislocation, de dissolution. (...) Jamais, sans doute, en effet, les rapports contractuels n'ont été aussi intenses que de nos jours », J. MESTRE, « L'évolution du contrat en droit privé français », in *L'évolution contemporaine du droit des contrats. Journées René Savatier (24-25 octobre 1985)*, PUF, 1986, p. 44. V. aussi, J.-M. MOUSSERON, « La renaissance (prolongée) du phénomène contractuel », in *Liber amicorum : Commission Droit et Vie des Affaires ; [40ème anniversaire 1957 - 1997]*, Bruylant, 1998, p. 663-680.

³⁸⁰ Carbonnier a mené cette analyse sociologique dans *Flexible Droit*, notant que ces contrats peuvent être évalués à 3000 à 4000 par an et par ménage en France à la fin du XX^e siècle : J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, 7^e éd., LGDJ, 1992, p. 298. Eu égard à l'accélération de la consommation dans la société contemporaine, ce chiffre est nécessairement plus élevé encore aujourd'hui.

³⁸¹ Carbonnier remarque que ces ventes mobilières modernes ne revêtent « aucune épaisseur dans la durée » et que, une fois accomplis le paiement effectif du prix et la tradition de la chose, ces ventes « ne laissent derrière elles aucun sillage d'obligation » : *Ibid.*, p. 306-307. Il note au passage que ce contrat est le plus souvent absent des contentieux, soit que le préjudice soit trop faible pour justifier une action en réparation, soit en raison de l'absence de preuve pour actionner une garantie tout de même prévue par la législation protectrice des consommateurs.

³⁸² B. BERLIOZ-HOUIN et G. BERLIOZ, « Le droit des contrats face à l'évolution économique », in *Études offertes à Roger Houin : problèmes d'actualité posés par les entreprises*, Dalloz-Sirey, 1985, p. 8 : « la standardisation des produits est irréalisable si le contrat reste négocié, individualisé et personnalisé ». On assiste alors à « l'unification des contrats destinés au public ». V. aussi, P. LE TOURNEAU, « Quelques aspects de l'évolution des contrats », in *Mélanges offerts à Pierre Raynaud*, Dalloz, 1985, n° 31. Cette standardisation contractuelle peut être vue comme le moyen pour le contrat de remplir sa fonction de normalisation. Ainsi des formules-standard et des clauses-type sont-elles élaborées ; la

au « prêt-à-porter contractuel »³⁸³ et à la standardisation. En effet, le développement des modèles contractuels et leur adoption par la pratique ont été renforcés grâce à l'avènement de l'informatique puis de l'internet³⁸⁴.

128. Améliorer les contrats grâce à l'informatique. Les avancées technologiques permettent de transformer les nouveaux types de contrats en modèles de contrats ou « bibles de contrats »³⁸⁵, contribuant à leur propagation et perfectionnement dans la pratique. Pierre Catala, pionnier dans ce domaine, y voyait déjà une façon d'améliorer la confection des contrats en y ajoutant des clauses facultatives, assorties d'une explication quant à leurs effets, afin de redonner à l'auteur du contrat un rôle plus actif, sur suggestion de l'ordinateur³⁸⁶ : l'utilisation de l'informatique juridique présentait à ses yeux de nombreux avantages³⁸⁷. C'était ainsi chercher à rendre plus maline, plus *smart*, la rédaction des contrats... Aujourd'hui, les « legaltechs »³⁸⁸ peuvent être vues comme une mise en œuvre contemporaine de la vision de Pierre Catala *a minima*. Ces start-ups cherchent à faciliter le recours au droit pour les usagers, qu'il s'agisse de proposer des modèles de contrats, d'actes classiques pour la constitution et la vie des sociétés, ou encore des modèles de mise en demeure et d'assignation. Ces évolutions ont préparé le terrain pour l'arrivée des smart contracts, au sein d'une société contractualisée.

négociation des contrats s'en trouve allégée et la rédaction rationalisée. G. CORNU, « L'évolution du droit des contrats en France », *Ières Journées juridiques franco-japonaises (Paris, 4-10 octobre 1979)*, RIDC, n° spéc., 1979, p. 450 s. Certains auteurs déplorent cette standardisation : D. Tallon évoque ainsi les juristes (tels que Ripert) qui estiment que « le bon vieux contrat d'autrefois est mangé par la standardisation, par le dirigisme, par la publicisation » (D. TALLON, « L'évolution des idées en matière de contrats : survol comparatif », *Droits*, 12 (Le contrat), 1990, p. 86).

³⁸³ V. en ce sens, J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 73. L'auteur retient par ailleurs la « haute couture » contractuelle pour désigner les contrats complexes isolés qui seuls échapperont à la standardisation massive des contrats.

³⁸⁴ V. en ce sens, G. CORNU, « L'évolution du droit des contrats en France », *op. cit.*, p. 451 ; F. COLLART-DUTILLEUL, « Les apports des contrats de l'informatique au droit des contrats », in *Le Droit contemporain des contrats : bilan et perspectives*, Economica, 1987, p. 223-235 ; sur le contrat électronique : C. COLLARD, « Retour sur la notion de contrat...électronique », *Journal des Sociétés*, n° 6, janvier 2004, p. 4.

³⁸⁵ P. CATALA, *Le droit à l'épreuve du numérique : jus ex machina*, 1^{er} éd., PUF, 1998, p. 198. L'auteur signale qu'il faut faire attention à la rédaction des clauses qui peut se trouver pénalisée par la multiplication des contrats nouveaux ou par l'importation et donc la traduction approximative de conventions d'origine américaine. Le risque est celui d'une détérioration de la qualité des contrats. L'étude des banques de données des juges du fond permet, selon les travaux menés par cet auteur, de constater combien les clauses des contrats nouveaux sont fréquemment mal rédigées ou pleines d'équivoque. Toutefois, l'auteur propose l'utilisation des outils informatiques pour permettre le perfectionnement de la rédaction des contrats : il importe d'améliorer progressivement les formulaires de contrats, avec des clauses types et des alternatives facultatives par exemple, afin de guider au mieux le juriste rédacteur d'actes.

³⁸⁶ P. CATALA, « L'informatique et l'évolution des modèles contractuels », *JCP G* 1993.I.3687, 1993, nos 13-14.

³⁸⁷ *Ibid.*, n° 14 : « il nous semble donc que la voie ainsi ouverte à l'informatique juridique mérite d'être suivie. Elle est de nature à alléger la rédaction des actes juridiques, à en accroître l'efficacité et la sécurité, à réduire leur contentieux, sans tarir l'imagination créatrice des juristes. Qui d'entre nous pourrait s'en plaindre ? ».

³⁸⁸ Pour une définition souple, v. P. WAGNER et M. WAGNER, « L'essor de la legaltech française : l'exemple de Captain Contrat », *D. IP/IT*, 2017, p. 327 : « La legaltech, c'est l'ensemble des nouvelles technologies qui, appliquées aux services juridiques, tentent de révolutionner la manière de « faire du droit ». Par extension, la legaltech vise aussi l'ensemble des acteurs - souvent des start-ups - qui, pour la plupart sans même être passés par la faculté de droit, bouleversent le monde juridique avec leurs algorithmes ». Nombreuses sont celles qui proposent des contrats pré-rédigés et actes juridiques pour des besoins ciblés, tels que la création d'une société.

129. La contractualisation de la société. La fin du XX^e siècle est le début d'une période de recrudescence du phénomène contractuel³⁸⁹. Certains parlent alors de « contractualisation » de la société³⁹⁰, ce terme désignant la productivité normative conventionnelle très importante qui marque la fin du siècle³⁹¹. La contractualisation touche par exemple le domaine pourtant si institutionnel de la famille³⁹², du droit pénal³⁹³, ou encore des engagements éthiques et écologiques des entreprises³⁹⁴. Il est encore possible de citer le droit du travail, sans doute le domaine le plus récemment et plus fortement touché par ce phénomène de contractualisation à l'ère du numérique et du capitalisme de plateforme³⁹⁵.

Le risque est alors de verser dans le contractualisme, cette idéologie qui érige le lien contractuel en forme la plus achevée du lien social, ayant vocation à se substituer aux impératifs de la loi³⁹⁶. Puisque la féodalité procède à une contractualisation du lien social, entre les vassaux

³⁸⁹ L. CADIEU, « Interrogations sur le droit contemporain des contrats », in *Le Droit contemporain des contrats : bilan et perspectives*, Economica, 1987, p. 6-15, soulignant le changement de politique des années 1980 qui conduit à substituer au droit d'en-haut imposé par l'État un droit d'en-bas négocié au sein de la société civile entre ses différents acteurs.

³⁹⁰ A. SUPIOT, « La contractualisation de la société », *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n° 43, 2001, p. 51-58. Sa thèse est la suivante : « Dire que la société se contractualise, c'est dire que la part des liens prescrits y régresse au profit des liens consentis ou, en termes savants, que l'hétéronomie y recule au profit de l'autonomie » (p. 51). L'auteur a par la suite développé son propos : A. SUPIOT, *Homo juridicus*, *op. cit.*, p. 137.

³⁹¹ Certains définissent très simplement ce terme comme traduisant « l'idée d'un mouvement consistant à donner une place de plus en plus grande au contrat » : L. LEVENEUR, « Introduction », in *La contractualisation de la famille*, Economica, 2001, p. 1-14. La contractualisation peut encore être définie comme l'extension du recours aux techniques contractuelles : A. SUPIOT, « Les deux visages de la contractualisation : déconstruction du Droit et renaissance féodale », in *Approche critique de la contractualisation*, S. Chassagnard-Pinet et D. Hiez (dir.), LGDJ, 2007, p. 19-44. Elle illustre selon cet auteur deux tendances : la déconstruction du droit et la renaissance féodale. V. aussi,

³⁹² Au-delà du contrat de mariage bien connu, c'est la place plus importante faite au divorce par consentement mutuel, la pratique des accords liquidatifs avant le prononcé du divorce, mais aussi l'existence d'une convention dans le cadre de la procréation médicalement assistée (faisant parler à certains d'enfant conventionnel : J. HAUSER, « Un nouveau-né : l'enfant conventionnel », *D.*, 1996, chr. 182), ou encore des pactes relatifs à l'autorité parentale, pour n'en nommer que quelques-uns : v. D. FENOUILLET et P. (de) VAREILLES-SOMMIERES, *La contractualisation de la famille*, Economica, 2001 ; v. dans le même sens, A. SUPIOT, « La contractualisation de la société », *op. cit.*, p. 56.

³⁹³ Des mesures ont été prises pour tenter de trouver un accord entre les parties au procès pénal : « médiation, transaction et composition pénale interviennent avant la mise en mouvement de l'action publique », l'idée étant d'assurer la réparation du dommage causé et d'éteindre l'action publique par l'un de ces moyens, plaçant le ministère public et l'auteur présumé dans une relation qui pourrait être qualifiée de contractuelle : C. AMBROISE-CASTEROT, « Aveu », in *Répertoire de droit pénal et de procédure pénale*, Dalloz, 2020, n° 102 s.

³⁹⁴ Pour certains, cette « contractualisation de l'éthique » a des conséquences : « dès lors que le cocontractant a été destinataire de la charte éthique, des engagements écologiques souscrits dans le cadre d'une telle démarche, ou que ces engagements ont été pris avec un tel renfort de publicité que l'on peut raisonnablement penser qu'il en a eu connaissance, cet engagement s'est nécessairement trouvé intégré dans l'ensemble contractuel » : F. GUY TREBULLE, « Responsabilité sociale des entreprises : entreprise et éthique environnementale », in *Répertoire des sociétés*, Dalloz, 2003, n° 43.

³⁹⁵ V. *infra*, §130.

³⁹⁶ A. SUPIOT, *Homo juridicus*, *op. cit.*, p. 143. L'auteur rappelle la thèse de Henry Sumner Maine (*Ancient Law, its connection with the early history of society and its relation to modern ideas*, 1861) dont le contractualisme pourrait être une nouvelle expression : selon Sumner Maine, l'histoire du droit occidental est celle du passage du statut au contrat, où le mouvement est celui d'une extension du domaine du contrat et de la réduction du droit impératif. Le mouvement *Law & Economics* de l'école de Chicago, développé dans les années 1950 par des économistes qui se sont spécialisés dans l'analyse du droit, s'inscrit également dans cette idée de recherche des intérêts privés particuliers par l'homme, où le contrat est l'instrument de l'économie de marché. Dans cette dynamique, l'État se voit relégué à un rang très inférieur, les normes impératives servant seulement à l'exécution des contrats. Cette théorie pourrait être analysée comme la version économique de l'autonomie de la volonté.

et les seigneurs³⁹⁷, ce mouvement de retour aux relations interindividuelles et de rejet des normes imposées par l'État constitue pour certains une renaissance féodale, un « néo-féodalisme », à l'époque contemporaine³⁹⁸. Pour M. Supiot en particulier, c'est exactement le phénomène qui touche la fin du XX^e siècle, marquée par un foisonnement de contrats et un affermage des fonctions, privées ou publiques, proche de l'ancienne vénalité des offices et des charges³⁹⁹.

130. Le cas de l'économie collaborative. L'économie dite collaborative repose sur tout un arsenal de contrats, pour la plupart d'anciens « services d'amis », modernisés et rendus onéreux⁴⁰⁰. Plus que jamais, le service d'amis est dépossédé de sa gratuité⁴⁰¹, sans doute aussi et surtout parce que les relations humaines perdent de plus en plus la coloration de l'amitié⁴⁰². Ce détachement du contrat et de la personne du contractant s'explique encore davantage à l'époque contemporaine, du fait de la médiation que représente l'écran : l'initiation de la relation sociale, tout comme de la relation contractuelle, est aujourd'hui très souvent conditionnée par le recours au numérique.

Les grands gagnants de cette évolution sont alors les plateformes qui ont mis en place ces services de mise en relation des particuliers et travailleurs indépendants, menant à une re-verticalisation des rapports contractuels et une dépendance économique poussée⁴⁰³. Les GAFA

³⁹⁷ V. N. LAURENT-BONNE, « La re-féodalisation du droit par la blockchain », *op. cit.* ; J. LEFEBVRE, *L'hypothèse du néo-féodalisme : le droit à une nouvelle croisée des chemins*, PUF, 2006, p. 7.

³⁹⁸ J. LEFEBVRE, *L'hypothèse du néo-féodalisme*, *op. cit.* Dans sa présentation, p. 7 s., l'auteur rappelle utilement les origines du terme féodalité, et ce qu'implique le terme : il décrit la féodalité classique comme un phénomène de décomposition du pouvoir central et de décentralisation à l'extrême fondée sur des relations directes et personnelles entre les titulaires de fiefs et seigneuries. L'auteur relève aussi l'idée d'une résurgence de comportements juridiques féodaux, à travers la décentralisation administrative de l'État, mais aussi avec les activités économiques en réseau (notamment les franchises) qui rappellent le lien féodo-vassalique. C'est une forme contractuelle synallagmatique des rapports entre les membres du groupe dominant. V. aussi sur le sujet P. LEGENDRE, « Remarques sur la re-féodalisation de la France », in *Etudes en l'honneur de Georges Dupuis*, LGDJ, 1997, p. 201-211, qui parle de « self-service normatif ». Il estime que la re-féodalisation est un mouvement planétaire ; c'est le sujet à la mode de la fin des années 1990, nouveau totalitarisme du sujet individu auto-référent.

³⁹⁹ A. SUPIOT, « Les deux visages de la contractualisation : déconstruction du Droit et renaissance féodale », *op. cit.* ; A. SUPIOT, *Homo juridicus*, *op. cit.*, p. 194-195.

⁴⁰⁰ Ainsi, des particuliers sont mis en relation afin de louer un bien temporairement (appartement, maison de vacances, outil, véhicule, utilisation d'un lave-linge) ou de proposer directement une prestation de services (déménagement, bricolage, ménage).

⁴⁰¹ Sur la professionnalisation déjà marquée au XX^e siècle des contrats dit d'amis et « essentiellement gratuits » dans la conception des rédacteurs du code civil, v. P. MALAURIE, L. AYNES et P.-Y. GAUTIER, *Droit des contrats spéciaux*, 12^e éd., LGDJ, 2022, n^{os} 382-383 pour le mandat, n^o 603 pour le dépôt, véritable contrat d'amitié à ses origines, n^{os} 637-638 pour le prêt-à-usage ; v. aussi, plaidant en faveur de la gratuité retrouvée, P. PUIG, *Contrats spéciaux*, 8^e éd., Dalloz, 2019, n^o 748 sur le prêt, ce contrat essentiellement gratuit et aujourd'hui largement conclu à titre onéreux ; militant pour un contrat d'entreprise à titre gratuit et non uniquement à titre onéreux, v. n^o 808 : l'auteur plaide en faveur d'une réforme autorisant la conclusion de contrats de prestation de services à titre gratuit. Sur l'économie collaborative, v. E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n^o 307. Il affirme également que l'économie dite « collaborative » peut aussi être vue comme une façon de rémunérer le service d'amis, traditionnellement gratuit, « permettant à l'argent d'assoir (*sic*) son emprise sur les rares relations humaines qui lui échappaient encore ».

⁴⁰² P. MALAURIE, L. AYNES et P.-Y. GAUTIER, *Droit des contrats spéciaux*, *op. cit.*, n^o 383.

⁴⁰³ J. ROCHFELD, « Contrat électronique », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*

apparaissent comme les nouveaux seigneurs féodaux de l'ère numérique, assujettissant une multitude de consommateurs ou particuliers travailleurs indépendants à leur emprise de quasi-monopole économique chacun dans leur secteur. Les professionnels se retrouvent alors atomisés au profit d'une « prolifération des statuts de travailleurs indépendants »⁴⁰⁴.

131. L'omniprésence contractuelle : les contrats invisibles ou « emballés ». Grâce à l'utilisation accrue de l'informatique et à l'expansion d'internet⁴⁰⁵, la tendance à la standardisation et à la massification des contrats remarquée à partir de la fin du XX^e siècle s'est intensifiée ces dernières années⁴⁰⁶, au point que l'on peut parler de « prêt-à-porter » contractuel, ou même de *prêt-à-contracter*. En ligne, le gain de temps et la réduction des coûts sont considérables, puisqu'il n'y a aucune négociation et qu'un double-clic⁴⁰⁷ suffit à signifier l'acceptation de l'internaute à l'offre présentée sur le site internet visité, voire à en commencer l'exécution, par exemple en payant immédiatement la prestation.

On en veut pour exemple un nouveau type de contrats conclus par voie électronique : ce sont les « contrats emballés »⁴⁰⁸, nés de la pratique contractuelle et souvent considérés comme valides et obligatoires (*binding*) par les cours américaines, auxquels les internautes consentent sans trop le savoir⁴⁰⁹ – ce qui n'est pas sans rappeler le consentement aux

⁴⁰⁴ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, op. cit., n° 325. L'auteur cite le Conseil national du numérique, qui s'inquiète de ce phénomène : « la multiplication des régimes, statuts, et modes de contractualisation entraîne le détricotage du salariat » et fait perdre ses avantages protecteurs : *Travail, emploi, numérique. Les nouvelles trajectoires*, Conseil national du numérique, 2016, p. 34.

⁴⁰⁵ Après l'ordinateur, ce sont autant de nouveaux outils électroniques qui sont venus remplir notre quotidien et faciliter toujours plus la conclusion de contrats : connexion à l'internet plus rapide, smartphones mieux pensés pour rendre instinctive la navigation sur l'internet notamment par le biais d'applications, puis les enceintes connectées qui font office d'assistants vocaux... Si certains de ces moyens techniques paraissent réservés aux foyers les plus aisés, leur utilisation se démocratise de plus en plus ; déjà pour la connexion à l'internet, l'INSEE relève que seuls « 12 % des individus de 15 ans ou plus résidant en France hors Mayotte ne disposent d'aucun accès à Internet depuis leur domicile », c'est-à-dire que 88% de la population est connectée à domicile, sans compter l'accès internet mobile (même si les compétences numériques sont loin d'être maîtrisées par tous, l'INSEE chiffrant à 17% l'illectronisme dans la population française en 2019 : INSEE, « Une personne sur six n'utilise pas Internet, plus d'un usager sur trois manque de compétences numériques de base », *Insee Première*, n° 1780, octobre 2019). Attention alors aux généralisations sur l'accès au numérique. Faudrait-il inclure l'accès à l'internet dans la définition du logement décent ? Vivre connecté serait ainsi érigé au même rang que vivre dans un logement doté d'eau et d'électricité et d'une ligne téléphonique.

⁴⁰⁶ L'analyse menée ici ne prétend pas résumer tous les recours aux contrats en un phénomène unique. Nous laissons ici volontairement de côté les contrats complexes, sur-mesure, souvent conclus entre deux professionnels et en tout cas détachés de la grande consommation : ces contrats, bien que concernés par la standardisation, ne sont pas touchés par la massification décrite.

⁴⁰⁷ L'article 1127-2, alinéa 1^{er}, du code civil prévoit la règle du double-clic, indispensable à la formation valable du contrat par voie électronique. V. *supra*, §123.

⁴⁰⁸ De l'anglais « *wrap contract* ». V. N. KIM, *Wrap Contracts: Foundations and Ramifications*, Oxford University Press, 2013. L'auteur explique son idée à partir d'accords littéralement « emballés » dans le bien acheté : ce sont des « *shrinkwrap agreements* ». Le contrat est littéralement emballé dans le plastique entourant le bien acheté et le client le découvre alors à la livraison, par exemple en utilisant un logiciel sur un CD-ROM (le contrat constitué par les conditions générales d'utilisation est alors inclus dans l'emballage).

⁴⁰⁹ S'est notamment posée la question du consentement mutuel nécessaire à la formation du contrat. À première vue, l'internaute a un comportement actif pour les contrats par clic tandis qu'il est passif dans le cas de contrats par navigation. La jurisprudence américaine est déjà assez étoffée en la matière et a jugé qu'il fallait non seulement que les termes

« cookies », les traqueurs de navigation, avant que la réglementation européenne, largement appuyée par la CNIL, n'impose de modifier cette pratique⁴¹⁰.

Les contrats emballés sont des contrats sous forme de conditions générales auxquels l'utilisateur consent sans y prêter attention, en particulier en cliquant sur une case ou en déroulant le texte d'une boîte de lecture pour pouvoir passer à l'étape de finalisation de la transaction : ce sont des contrats par clic⁴¹¹. Mieux, les contrats emballés sont parfois des conditions générales présentes simplement sur le site internet consultés et qui sont présumées acceptées par l'internaute dès lors que celui-ci continue à naviguer sur le site : ce sont des contrats par navigation⁴¹².

132. Le comportement du contractant contemporain marqué par l'insouciance et la recherche d'instantanéité. À l'ère numérique, le contractant apparaît à la fois insouciant et accaparé par une quête de l'instantanéité.

Insouciant, le consommateur internaute n'a pas plus conscience qu'il contracte en utilisant son smartphone qu'en allant acheter une baguette ; mais ce geste devient plus fréquent et surtout n'est doté d'aucune épaisseur matérielle, faisant disparaître le reliquat de perception contractuelle⁴¹³. Peut-être l'insouciance est-elle le fruit d'un droit consumériste si protecteur et impératif qu'il peut venir remplacer une partie des clauses du contrat : le consommateur pense

contractuels soient vraiment visibles et qu'une notification concrète de ceux-ci soit donnée à l'internaute, afin qu'il sache que la navigation sur le site internet le lierait ou que le passage à l'étape suivante de la commande vaut acceptation des termes. V. l'étude de N. KIM, *Wrap Contracts: Foundations and Ramifications*, Oxford University Press, 2013, ainsi que R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *North Carolina Banking Institute*, vol. 21, n° 1, 2017, p. 186.

⁴¹⁰ V. sur le sujet, INFOREG, « Site Internet : la validité du consentement aux cookies par l'utilisateur », *Cahiers de droit de l'entreprise*, n° 3, juin 2019, p. 54-56 ; L. MAISNIER-BOCHE, « La CNIL confirme sa position relative à la nécessaire symétrie des mécanismes de consentement et de refus des cookies », *CCE*, 2022, n° 3 p. 1-3. La réglementation impose un comportement actif de la part de l'internaute et la CNIL sanctionne lourdement les pratiques ne respectant pas ces exigences ; elle impose un parallélisme afin que le refus des cookies soit aussi simple que leur acceptation.

⁴¹¹ L'internaute doit faire défiler les conditions générales de vente ou d'utilisation ou les télécharger et confirmer avoir « lu et approuvé » ces textes longs de plusieurs dizaines de pages, peu intelligibles pour le profane. Ces contrats sont appelés « *clickwraps* » (N. KIM, *Wrap Contracts*, 2013, *op. cit.*).

⁴¹² Tout simplement en naviguant sur un site web (« en poursuivant votre navigation, vous acceptez... » « ... oui oui j'accepte »). Ils sont alors nommés « *browsewrap agreements* », v. *Id.*, et aussi R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 186.

⁴¹³ La règle du double-clic était destinée à permettre à l'internaute de vérifier le détail de sa commande et son prix total et de corriger d'éventuelles erreurs avant de confirmer celle-ci pour exprimer son acceptation définitive. V. sur ce point, *supra* §123 et J. ROCHFELD, « Le temps et les formes aplatis de l'univers électronique », *RTD civ.*, n° 4, 2005, p. 843 s. : la navigation sur internet a pour effet d'aplatir le temps, ce qui peut être néfaste pour le contractant. En effet, puisque conclusion et exécution du contrat arrivent presque dans le même temps, ce cadre est « peu propice à la réflexion de chacun sur la portée de ses engagements ». L'auteur en conclut qu'avec la règle du double clic, les facultés de rétractation et de réflexion se trouvent en réalité contractées dans une unique phase. V. aussi, P.-Y. GAUTIER, « L'équivalence entre supports électronique et papier, au regard du contrat », in *Droit et technique - Etudes à la mémoire du professeur Xavier Linant de Bellefonds*, LexisNexis, 2007, n° 7, observant que le double clic ne suffit pas en pratique pour la maturation du consentement.

qu'il sera toujours protégé par la législation française et européenne⁴¹⁴, ce qui n'est qu'en partie le cas en pratique⁴¹⁵. Cette insouciance conduit l'internaute contractant à ne jamais lire les conditions générales et autres *contrats par clic* acceptés en ligne en un clic⁴¹⁶. Souvent écrits de façon dense, peu intelligibles et réduits à une fenêtre d'ordinateur...⁴¹⁷, ils règlent pourtant tout le cadre de la vente ou de la prestation de service concernée. Des propositions ont été récemment formulées dans l'étude annuelle 2022 du Conseil d'État, au sujet spécifique des réseaux sociaux, pour agir face à ce constat d'un utilisateur « seul face à cet opérateur d'une puissance économique considérable », contraint d'adhérer à des conditions générales qui lui sont souvent défavorables⁴¹⁸. L'objectif est de renforcer la place des utilisateurs dans les contrats d'adhésion passés avec les plateformes, c'est-à-dire dans l'élaboration des conditions générales de vente ou d'utilisation⁴¹⁹. Cette réflexion peut tout à fait s'appliquer en dehors des réseaux sociaux, dans toutes les relations contractuelles déséquilibrées en ligne.

⁴¹⁴ La protection consumériste semble rendre superflue la lecture des CGV/CGU, souvent remplies de clauses abusives, puisque le consommateur sait vaguement que les règlements européens et lois françaises viendront à son secours en cas de contentieux.

⁴¹⁵ J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, *op. cit.*, p. 306-307 : tous les cas où la preuve sera manquante, ou bien les modalités (judiciaires notamment) trop longues et/ou coûteuses eu égard à l'enjeu du litige...

⁴¹⁶ Pourtant, en les lisant certains pourraient gagner \$10.000 : une compagnie d'assurance américaine a fait le test pour voir au bout de combien de polices d'assurance vendues un souscripteur la contacterait pour toucher le gain, tel qu'indiqué dans les conditions générales de vente... (<https://www.wcpo.com/news/national/woman-won-10-000-by-reading-the-fine-print>). Mais lire toutes les conditions générales de tous les services ou biens que nous acquérons pourraient être immensément long (76 jours de travail pour lire les CGV/CGU signées par une personne dans une année... : K. WAGSTAFF, « You'd Need 76 Work Days to Read All Your Privacy Policies Each Year », *Time*, 6 mars 2012 (en ligne : <https://techland.time.com/2012/03/06/you-d-need-76-work-days-to-read-all-your-privacy-policies-each-year/>)) et particulièrement ennuyant (donnant à certains « l'envie de mourir » : A. HERN, « I read all the small print on the internet and it made me want to die », *The Guardian*, 15 juin 2015 (en ligne : <https://www.theguardian.com/technology/2015/jun/15/i-read-all-the-small-print-on-the-internet>)). V. également l'analyse de M. Netter sur le désintérêt du contractant pour le contenu du contrat conclu par clic, E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 272.

⁴¹⁷ P.-Y. GAUTIER, « L'équivalence entre supports électronique et papier, au regard du contrat », *op. cit.*, n°s 12-13. L'auteur souligne combien il est compliqué de lire ces conditions générales et remarque que les internautes cliquent « systématiquement en bas de page, « ok », j'ai bien lu, alors qu'il n'en est rien en fait », parce que « le défilé des fenêtres successives les exaspérait ». Il y a un élément physique qui gêne aussi cette lecture des conditions générales si longues : la fenêtre d'ordinateur est bien trop réductrice (n° 15). Ce constat a également été fait par Mme Rochfeld (J. ROCHFELD, « Le temps et les formes aplatis de l'univers électronique », *op. cit.*) qui analyse combien les informations fournies par voie électronique sont très peu consultées car la lecture est ressentie comme plus fatigante sur écran. L'auteur précise que la lecture électronique donne lieu à une « perte des repères spatiaux et une désorientation du lecteur en raison de l'absence de contact avec le papier et de manipulation de sa texture, du volume du texte... », soulignant également le risque de noyade dans l'information. L'auteur exprime ses doutes quant à l'équivalence des supports papier et électronique dans ces conditions.

⁴¹⁸ *Les réseaux sociaux : enjeux et opportunités pour la puissance publique*, Conseil d'État, étude annuelle 2022, p. 204.

⁴¹⁹ V. la très récente étude du Conseil d'État sur les réseaux sociaux, prônant le rééquilibrage des relations contractuelles en commençant par « rééquilibrer la détermination des conditions générales d'utilisation et des politiques de confidentialité » ; cet objectif pourrait être réalisé par le biais d'associations ou de représentants d'utilisateurs, afin de faire valoir les propositions et priorités des utilisateurs dans le cadre de l'élaboration des conditions générales. Mieux, des « standards minimums » pourraient être élaborés conjointement à l'issue de négociations entre plateformes et utilisateurs, permettant effectivement de rééquilibrer la relation contractuelle (v. *Les réseaux sociaux : enjeux et opportunités pour la puissance publique*, *op. cit.*, p. 204-207).

Le comportement insouciant va de pair avec la recherche d'instantanéité, caractéristique du monde contemporain. Le temps d'aujourd'hui est si accéléré que l'on peine à le suivre⁴²⁰ et chacun attend des réactions immédiates de celui qu'il tient pour responsable ou qui lui fait face⁴²¹, comme en témoignent le déploiement des « *hotlines* » (assistance téléphonique) et des « *chatbots* » (agents conversationnels). En matière contractuelle aussi, les contractants ont tendance à choisir le prestataire qui leur permettra d'obtenir le plus rapidement le bien ou le service recherché. Cette recherche d'un résultat immédiat explique également que la lecture des conditions générales soit tout à fait illusoire en pratique⁴²².

Le recours au numérique pour de nombreux actes courants est désormais évident voire obligatoire⁴²³. Au-delà même des achats quotidiens en ligne, il est désormais possible de demander un extrait d'acte de naissance sans se déplacer en mairie, comme c'était déjà le cas pour les extraits K-bis des entreprises auprès des greffes des tribunaux de commerce, de régler ses impôts en ligne, de souscrire tout type d'abonnement, etc. Un auteur a ainsi formé l'expression « *Onlife* » pour désigner cette vie en ligne en corrélation avec la vie du monde

⁴²⁰ F. OST, « Le temps virtuel des lois postmodernes ou comment le droit se traite dans la société de l'information », in *Les transformations de la régulation juridique*, LGDJ, 1998, p. 423-449. L'auteur montre que l'on se trouve dans une société de l'urgence (« le transitoire est permanent, l'urgent est courant », p. 423) et que sur internet, le temps est instantané : « le temps du réseau est celui d'un présent ou d'un instant « dilaté » qui, à défaut d'historicité, se sature de simultanéité » (p. 432). On assiste à « cette concordance quasi simultanée de l'action et de la réaction, cette communication quasi instantanée de messages, cette abolition de l'intervalle temporel au profit de l'interface des opérateurs branchés ».

⁴²¹ Ainsi en est-il des gouvernements dans les situations « d'état d'urgence » (songeons à la production normative si rapide après les attentats terroristes de 2016, ou encore dans le cadre de la crise sanitaire liée au coronavirus au printemps 2020) ; des médias en réaction à tout nouvel événement, sans le recul pour traiter intelligemment l'information ; de la pratique des e-mails dans le monde professionnel, qui poursuit le travailleur jusqu'en son domicile, nuit et jour, soir et week-end, qu'il soit salarié, indépendant, enseignant...

⁴²² V. en ce sens, P. STOFFEL-MUNCK, « Le contenu du contrat. La révolution des clauses abusives », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. Cartwright, B. Fauvarque-Cosson et S. Whittaker (dir.), Société de législation comparée, 2018, p. 168. L'auteur s'intéresse à l'absence de consentement éclairé aux conditions générales. Il souligne que « souvent, ces conditions ne sont pas lues parce que le temps et l'énergie que cela requièrerait sont sans rapport avec l'enjeu du contrat. Qui, avant de télécharger un morceau de musique vendu 1.29 euros, va lire les conditions générales, longues de plusieurs pages ennuyeuses et difficilement compréhensibles, du site le fournissant ? Il serait économiquement irrationnel de le faire ».

⁴²³ L'INSEE a établi une étude portant sur l'usage des technologies de l'information et de la communication entre 2009 et 2017, dont les résultats sont limpides : « En 2019, 83 % des personnes de 15 ans ou plus résidant en France ont utilisé Internet au cours des trois derniers mois, contre seulement 65 % en 2009. Les plus âgés rattrapent leur retard ; 32 % des 75 ans ou plus sont utilisateurs contre 8 % d'entre eux en 2009. (...) Le développement accéléré de l'Internet mobile accompagne ces évolutions : en 2019, 75 % des personnes résidant en France ont déjà navigué sur Internet en dehors de chez elles, via un ordinateur portable, un téléphone portable, une tablette ou un autre appareil mobile ; elles n'étaient que 18 % dix ans auparavant. » (A. ROLLAND, *L'usage des technologies de l'information et de la communication par les ménages entre 2009 et 2019*, Insee, 2020). L'administration fiscale a pris en compte ces données. Il est désormais obligatoire de déclarer ses impôts en ligne dès lors que le domicile est connecté à internet (« Impôt sur le revenu - déclaration de revenus annuel », sur [service-public.fr](https://www.service-public.fr), 8 juin 2022 (en ligne : <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F358>)). L'obligation existait depuis 2014 pour la télédéclaration de TVA pour toutes les entreprises et depuis 2015 pour les revenus professionnels.

physique⁴²⁴. Le contrat à distance est roi au XXI^e siècle⁴²⁵ et a définitivement détrôné le contrat de vente traditionnel.

133. Un terrain propice aux smart contracts. Les contractants contemporains sont désormais habitués à conclure des contrats par voie électronique, sous des formes de plus en plus simplifiées, souvent sans en lire les clauses – du moins est-ce le cas pour les contrats de masse et du quotidien, le sur-mesure contractuel étant au contraire sujet aux plus grandes précautions. La méfiance a disparu à l'encontre des contrats relevant de l'informatique, des bonnes pratiques – ou parfois des actions en justice – ont permis de mettre en place des modèles respectueux des droits des consommateurs. La voie est donc ouverte aux smart contracts, qui s'insèrent dans le paysage contemporain d'une société très contractualisée et qui rejette en partie l'empreinte étatique. Certains voient le recours aux smart contracts d'un très mauvais œil, craignant la dérive de la « smart contractualisation » vers le « smart contractualisme », piège dans lequel ne pas tomber afin d'éviter « une algorithmisation et une automatisation totales des relations contractuelles »⁴²⁶. Sans rejoindre ce scénario du pire, il est certain que le recours aux smart contracts aura pour effet de faciliter davantage encore la relation contractuelle et de favoriser la contractualisation de la société. Le recours aux smart contracts doit donc rester mesuré, et surtout adapté à des besoins identifiés d'exécution automatique, rendue possible par l'informatique. Ce sont en effet des développements récents en informatique qui ont permis de poser les premiers jalons d'une exécution contractuelle informatique et automatisée. Il s'agit des contrats informatisables.

II. Les contrats informatisables

134. Alors que les smart contracts sont pensés pour la première fois dans les années 1990 par Nick Szabo aux États-Unis, d'autres types de contrats utilisant l'informatique sont développés parallèlement. En particulier, deux grandes nouveautés répondent à cette idée d'un « contracter intelligemment » en intégrant l'informatique dans le cadre contractuel : les « *computable contracts* » et les contrats ricardiens (A). Chacune de ces innovations représente

⁴²⁴ M. HILDEBRANDT, *Smart technologies and the end(s) of law: novel entanglements of law and technology*, Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing, 2015.

⁴²⁵ Un auteur propose même d'en faire une catégorie de contrats à part entière : G. BRUNAUX, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, LGDJ, 2010, n° 16. Cette catégorie serait une catégorie à part entière du droit des contrats (n°s 346 s.), au même titre que les contrats à titre gratuit et les contrats à titre onéreux par exemple, et serait fondée sur le critère de la distance contractuelle : les contrats à distance s'opposent alors aux contrats en présence (n°s 360, 368).

⁴²⁶ M. MEKKI, « Le contrat, objet des smart contracts », *op. cit.* et M. MEKKI, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat, op. cit.*

une amélioration des contrats, augmentés de nouvelles fonctionnalités, dont le modèle pourra nourrir la réflexion autour des smart contracts (B). Il est choisi de dénommer l'ensemble de ces contrats utilisant l'informatique pour la rédaction d'une partie des clauses du contrat et de son exécution des « contrats informatisables ».

A. Le développement des « computable contracts » et des contrats ricardiens

135. Les contrats lisibles et exécutables par des ordinateurs. Les « *computable contracts* », expression difficilement traduisible en français, ont été récemment pensés par Harry Surden⁴²⁷. L'expression désigne des contrats que les ordinateurs peuvent lire, comprendre et exécuter⁴²⁸, ce qui nous conduit à proposer la traduction de « contrats informatisables » en français, que nous reprenons pour l'ensemble de ces innovations. Ce chercheur s'intéresse à la façon dont des clauses contractuelles peuvent être représentées en données informatiques, à partir de la pratique des marchés financiers. Il distingue deux étapes de l'évolution contractuelle vers l'intégration de plus en plus poussée des contrats en informatique : les « *data-orientated contracts* » et les « *computable contracts* ».

Les « *data-orientated contracts* » sont la première étape du développement techno-contractuel, après les contrats conclus par voie électronique⁴²⁹. Dans ces contrats, les parties ont exprimé une ou plusieurs clauses de leur contrat d'une façon pouvant être traitée par un système informatique. Autrement dit, la rédaction de ces clauses du contrat est directement destinée à l'ordinateur. L'exemple donné par M. Surden est celui d'un contrat financier avec option d'achat, donnant le droit d'acheter des actions à un certain prix, valable jusqu'à une certaine date. Le contrat « orienté par les données » intègre cet accord dans le code informatique et permet l'exécution de l'ordre d'achat lorsque les conditions en sont réunies. Le contrat est ainsi orienté, dans son exécution, par les données qui lui sont transmises.

Le second degré de développement est celui des « *computable contracts* »⁴³⁰. Ici, l'ordinateur peut procéder à des appréciations relatives à la conformité aux règles établies ou à l'exécution du contrat. Dans l'exemple du contrat avec option d'achat, le système informatique

⁴²⁷ H. SURDEN, « Computable Contracts », *UC Davis Law Review*, vol. 46, 2012, p. 629-700 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=2216866>).

⁴²⁸ O. R. GOODENOUGH, S. SALKIND et H. SURDEN, *Computable Contracts Project: Executive Summary*, CodeX: The Stanford Center for Legal Informatics, 2017 : « *Computable contracts are contracts that computers can read, understand, and execute* ».

⁴²⁹ V. K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 322 s., analysant les travaux de M. Surden. V. aussi sur le sujet, P. DE FILIPPI et A. WRIGHT, *Blockchain and the law*, *op. cit.*, p. 73-74.

⁴³⁰ Ces contrats ne relèvent ni de la théorie pure, ni du fantasme, et sont utilisés dans le secteur financier en particulier : H. SURDEN, « Computable Contracts », *op. cit.*, p. 634 et p. 663-673.

du courtier pourrait lui-même évaluer si les conditions d'achat et de date sont remplies. Pour cela, il faut que les termes employés dans les clauses contractuelles suivent une logique informatique, c'est-à-dire qu'elles soient rédigées dans une suite logique d'instructions pouvant être traitées par un ordinateur. Il faut également que toutes les données nécessaires à ce traitement soient disponibles sous forme numérique. Pour ces « contrats informatisables », les parties utilisent un instrument unique, qui allie langage juridique naturel et langage informatique formel.

136. Le contrat ricardien, un contrat financier hybride. Le contrat ricardien est proche du « *computable contract* », en ce qu'il allie également langage juridique et programme informatique. Il peut donc aussi être intégré dans les « contrats informatisables ». La démarche n'est toutefois pas la même. Développé par M. Grigg⁴³¹ dans les années 1990-2000 pour identifier et décrire les émissions d'instruments financiers en tant que contrats, le contrat ricardien a été conçu comme un moyen d'enregistrer un document juridiquement valable et numériquement connecté à un objet ou une valeur. Il s'agit au départ d'un contrat proposé par un émetteur à des souscripteurs, portant sur un droit financier géré par l'émetteur et détenu par un souscripteur. Il peut être analysé tant comme engagement juridique que comme protocole informatique qui intègre l'engagement au sein d'une infrastructure numérique. Ainsi, toutes les règles et conditions sont intégrées dans le contrat, et une séparation est opérée entre l'émission et l'exécution des transactions : le contrat ricardien établit l'engagement entre les parties contractantes (émission) afin que les programmes, contrôlés par les parties, puissent exécuter cet accord (exécution).

Le contrat est intelligible comme un contrat classique par les parties et est également lisible par les programmes informatiques et exploitable comme une base de données. Comment assurer l'intelligibilité du contrat ricardien par les humains et par les machines ? Le contrat est formaté comme un fichier texte. Or, grâce au mode de rédaction utilisé, les programmes peuvent convertir ce fichier texte pour trouver des couples « nom – valeur ». Les termes utilisés doivent donc être exploitables par les programmes⁴³². Avec le contrat ricardien, tout l'accord

⁴³¹ I. GRIGG, « The Ricardian Contract », 2004 (en ligne : https://iang.org/papers/ricardian_contract.html). V. aussi pour une autre explication sur le sujet, D. CARDON, « Ricardian contracts — legally binding agreements on the blockchain », sur *Medium*, 30 novembre 2017 (en ligne : <https://medium.com/ltonetwork/ricardian-contracts-legally-binding-agreements-on-the-blockchain-4c103f120707>). Ce dernier explique que dans les années 1990, Ian Grigg a contribué à faire évoluer le transfert des propriétés numériques en inventant le modèle Ricardo (en référence à l'économiste britannique David Ricardo), développé par Systemics Inc., une société américaine spécialisée dans les transactions financières, les paiements électroniques et la cryptographie (extrait original : « *In the mid-1990s Ian Grigg made an important contribution to a digital infrastructure for the transport of digital properties. This model is known as "Ricardo" (named after the British economist David Ricardo) and was developed by Systemics Inc., an American company specialized in financial transactions, electronic payments and cryptography* »).

⁴³² Attention alors à l'utilisation des points, des titres, des symboles, qui ont une signification propre dans le domaine informatique.

figure exclusivement dans le document hybride, non pas par la rédaction de certaines clauses en code informatique mais grâce à une façon spécifique d'exprimer les clauses contractuelles pour qu'elles soient lisibles et exécutables par l'ordinateur. Les deux démarches restent très proches, et préparent l'avènement des smart contracts.

B. Des contrats informatisables aux smart contracts : les prémices d'une rédaction informatisable du contrat

137. Les contrats informatisables, des modèles contractuels hybrides. Les contrats informatisables (« *computable contracts* » et contrats ricardiens) sont hybrides, dès lors qu'ils lient langage naturel et langage informatique dans un document unique. Ils constituent des contrats *améliorés* : leur utilisation permet d'améliorer le processus contractuel, en rationalisant l'exécution de certaines obligations. Le lien est étroit avec les smart contracts, où le processus contractuel est également informatisé. La différence tient donc au caractère hybride du contrat. Pour les smart contracts au sens strict, il n'existera pas systématiquement de contrat préalable entre les parties ; et si un tel contrat existe, il est rédigé en langage naturel et c'est seulement dans un second temps que certaines clauses relatives à l'exécution des obligations font l'objet d'une traduction en code informatique⁴³³. En revanche, les contrats informatisables semblent aller plus loin, puisqu'ils contiennent dans un document unique les clauses du contrat en langage naturel et les clauses d'exécution directement rédigées en code informatique, pour les *computable contracts*, ou un contrat rédigé dans un langage intelligible par l'humain et également exploitable par la machine, pour les contrats ricardiens. Ce support unique permettrait de faciliter le travail de rédaction et d'éviter des ambiguïtés dues au passage du juridique vers l'informatique entre deux supports différents⁴³⁴.

138. Comparaison avec les smart contracts. En définitive, les « *computable contracts* » et les contrats ricardiens proposent une façon intelligente de contracter, en ouvrant la voie à l'exécution automatique de certaines obligations grâce à l'insertion de langage informatique dans le contrat. Les smart contracts ne sont pas loin de ces nouveaux types de contrats mais s'en distinguent en ce qu'ils incorporent le moyen d'exécution automatique et autonome⁴³⁵ ;

⁴³³ V. *infra*, §312 s. au sujet de l'existence préalable ou non d'un contrat entre les parties.

⁴³⁴ V. en sens, S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 44, rappelant que M. Surden avait déjà alerté sur ce risque en imaginant des situations futures présentant à la fois une représentation écrite juridique et une représentation informatisable du même accord contractuel, mais avec une interprétation divergente. V. *infra*, §281 s., sur les risques d'erreurs liées à l'utilisation du code informatique.

⁴³⁵ L'exécution est toute la différence entre les smart contracts et les autres formes d'accords électroniques, selon K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 331.

plus précisément, le smart contract *est* le mode d'exécution, intrinsèquement. À l'inverse, le smart contract n'est en principe pas porteur de clauses juridiques classiques encadrant, en amont, l'exécution des obligations contractuelles.

139. Améliorer les smart contracts ? Les smart contracts pourraient trouver à s'enrichir en empruntant à la technique des contrats informatisables. L'idée est alors d'incorporer directement dans un contrat initial rédigé en langage juridique classique le programme informatique permettant d'en assurer l'exécution. Ainsi, le contrat comportant le smart contract serait enregistré sur la blockchain et pourrait être lu et exécuté par l'ordinateur dans sa version informatique. Cette proposition fait écho à celle de « smart contracts ricardiens »⁴³⁶. L'intérêt est d'intégrer dans un même support l'accord juridique et le smart contract⁴³⁷. De tels smart contracts au sens large permettraient ainsi de rendre plus « maline » la gestion du contrat, de sa formation à son exécution. Il s'agit toutefois pour l'instant d'hypothèses très réduites, visant surtout des contrats financiers où les ordres peuvent être informatisés et automatisés. Cette piste de réflexion est riche et l'évolution des technologies et de la généralisation de leur maîtrise pourrait bien conduire à l'adoption de ces smart contracts au sens large⁴³⁸.

140. Conclusion de la section. Les smart contracts peuvent tirer profit des autres innovations fondées sur l'informatique et qui améliorent la pratique contractuelle. D'une part, les contrats conclus par voie électronique ont préparé le terrain sur le plan de la conclusion du contrat. D'autre part, du point de vue de l'exécution automatique et informatisable, tant l'EDI que les contrats informatisables au sens large ont ouvert la voie de l'exécution informatique d'actions programmées, en proposant différents modes de fonctionnement et d'encadrement de la relation techno-contractuelle. Toutes ces innovations constituent des sources de comparaison et d'inspiration pour enrichir les smart contracts et faciliter leur adoption.

⁴³⁶ D. CARDON, « Ricardian contracts — legally binding agreements on the blockchain », *op. cit.* ; I. GRIGG, « On the intersection of Ricardian and Smart Contracts », février 2015 (en ligne : https://iang.org/papers/intersection_ricardian_smart.html#ref_wip). Les auteurs expliquent que le contrat ricardien pouvant intégrer des empreintes cryptographiques, c'est-à-dire des références à des documents extérieurs, il est envisageable d'intégrer une référence à un smart contract. Ainsi, l'exécution du smart contract pourrait être déclenchée en lien avec un accord plus complexe représenté par un contrat ricardien. Selon Ian Grigg, le « *ricardian smart contract* » constituerait un véritable accord juridique, qui serait également traduit en code informatique pour en permettre l'exécution automatique sans intervention humaine pouvant l'arrêter.

⁴³⁷ Certains projets travaillent déjà avec l'idée des smart contracts ricardiens, notamment OpenBazaar et le système R3 Corda, qui cherchent à mettre en place des places de marché décentralisées. Un projet (SciDex) vise également à déployer les smart contract ricardiens en y incluant des éléments permettant plus d'adaptation, afin d'autoriser les parties à modifier les contrats en cas de situation d'urgence ou d'imprévision. V. S. ROTHRIE, « How Ricardian Smart Contracts Enable Blockchain Adoption », 30 août 2018 (en ligne : <https://coincentral.com/ricardian-smart-contracts/>).

⁴³⁸ V. *infra*, §367 sur la typologie proposée des smart contracts, et en particulier sur ce type particulier de smart contracts mêlant langage juridique et langage informatique.

Afin d'éviter une entière standardisation liée à l'automatisation, une émancipation des utilisateurs serait bienvenue. Elle est possible si les smart contracts sont davantage conçus comme un outil techno-contractuel sur-mesure, adapté aux besoins exprimés de l'utilisateur consommateur d'un bien ou d'un service. Une telle possibilité pourrait être ouverte grâce au recours à l'intelligence artificielle et aux objets connectés.

Section 2 – Le recours à l’intelligence artificielle et aux objets connectés

141. L’intelligence artificielle au service des smart contracts. L’intelligence artificielle et les objets connectés semblaient appartenir à un futur lointain il y a quelques années. Ils ont pourtant d’ores et déjà envahi notre quotidien. Ne pourraient-ils pas être utilement associés aux smart contracts ? Telle est la question qui se pose devant deux innovations qui bouleversent les relations contractuelles et humaines, dans un contexte d’automatisation des transactions. Une présentation préliminaire de ce mouvement d’automatisation de la relation contractuelle et du rôle de l’intelligence artificielle (§ préliminaire) permettra de se familiariser avec les innovations susceptibles d’intégrer le processus contractuel, qu’il s’agisse des objets connectés (I) ou des « *smart agents* » (II).

§ Préliminaire : automatisation et intelligence artificielle

142. Contexte. L’automatisation de la conclusion des contrats, une réalité quotidienne. Les objets connectés et l’intelligence artificielle sont récents dans l’histoire de l’automatisation de la relation contractuelle et connaissent des prédécesseurs. Ainsi, les premiers distributeurs automatiques remontent à une période antique et leur développement commercial connaît une expansion durant les Trente Glorieuses⁴³⁹. Ainsi, dès les années 1990, l’automatisation des contrats est palpable⁴⁴⁰, qu’il s’agisse d’acheter un bien ou un titre à un distributeur automatique ou un automate, sans parler du secteur professionnel (*business-to-business* ou *B2B*) où nombre d’étapes contractuelles sont automatisées, en partie grâce à l’EDI⁴⁴¹. Plus récemment, les hypothèses de contrats conclus avec des machines se sont démultipliées.

Le défi consiste alors à introduire l’automaticité dans le monde numérique, pour ne pas rester cloisonné aux distributeurs analogiques. Au stade de la formation du contrat, la transition s’est faite de façon rapide afin de répondre aux besoins de la pratique du commerce électronique : l’automatisation de la formation des contrats (ou du moins de certaines étapes) s’impose un peu plus chaque jour. Quelques clics suffisent alors pour conclure un contrat en ligne pour le consommateur, souvent en passant par un formulaire, et les *legaltechs* accentuent

⁴³⁹ V. *supra*, §1.

⁴⁴⁰ V. E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », 2018, p. 22-23 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3476678>), soulignant que de nombreux contrats font déjà l’objet d’une automatisation partielle depuis quelques décennies. V. aussi, J. HUET, « Le consentement échangé avec la machine », *op. cit.*, p. 124.

⁴⁴¹ V. *supra*, §110.

cette tendance à l'automatisation de la formation des contrats et autres actes juridiques⁴⁴², offrant aux professionnels téméraires la possibilité de se passer de rédacteurs d'actes⁴⁴³. En revanche, l'automatisme à l'ère du numérique doit encore conquérir le stade de l'exécution contractuelle⁴⁴⁴. La plupart des obligations contractuelles et autres effets non automatiques du contrat ne peuvent pour l'heure être entièrement automatisés... L'intelligence artificielle a tout un rôle à jouer, tant pour la formation que pour l'exécution des contrats.

143. L'arrivée de l'intelligence artificielle dans la vie quotidienne. L'intelligence artificielle et les objets connectés sont des expressions très fréquemment utilisées depuis le début des années 2010 : le grand public connaît enfin leur existence. Celle-ci se manifeste dans de nombreuses situations de la vie quotidienne au point que « comme l'électricité jadis, l'intelligence artificielle transforme notre monde »⁴⁴⁵. Ainsi utilisons-nous des systèmes d'intelligence artificielle pour rechercher un itinéraire à l'aide d'une application sur smartphone, pour bloquer des spams dans notre boîte mail, lorsque nous utilisons un véhicule autonome ou un assistant virtuel pour organiser un agenda de travail ; c'est encore le cas avec les thermostats intelligents installés dans les logements pour adapter la température et faire des économies d'énergie, les systèmes de reconnaissance digitale et maintenant faciale pour déverrouiller un téléphone (et bien plus encore), les algorithmes aidant les médecins dans la détection de cancers⁴⁴⁶... Depuis quelques années, l'intelligence artificielle est devenue une réalité quotidienne.

Pourtant, l'intelligence artificielle remonte déjà au siècle dernier⁴⁴⁷. Cette discipline scientifique née dans les années 1950, notamment à partir des travaux d'Alan Turing⁴⁴⁸, a pour

⁴⁴² V. *supra* §128, en particulier la vision de Pierre Catala. C'est notamment le cas de Captain Contrat (pour une étude, v. P. WAGNER et M. WAGNER, « L'essor de la legaltech française : l'exemple de Captain Contrat », *op. cit.*) une legaltech française qui propose plus de cent modèles de contrats et actes juridiques, parmi lesquels des CDD, CDI, cessions d'actions, contrats de vente de biens, statuts de société, contrat de distribution, contrat freelance, injonction de faire, etc.

⁴⁴³ B. BARRAUD, « Le droit en datas : comment l'intelligence artificielle redessine le monde juridique », *RLDI*, 2019, n° 165. Attention alors : en l'absence de rédacteur d'actes, la partie au contrat n'aura bénéficié d'aucun conseil juridique et le fournisseur du modèle plus ou moins personnalisés ne sera pas tenu d'une responsabilité civile professionnelle. Ce bémol vient restreindre les avantages du recours à ces *legaltechs*. Dans certains cas l'accompagnement et la présence d'un rédacteur d'actes sont indispensables, ne serait-ce que pour le conseil juridique qu'il délivre de façon personnalisée : J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 73.

⁴⁴⁴ Par exemple, le distributeur de billets SNCF ne permet pas l'exécution de la prestation de transport elle-même... mais seulement la délivrance du titre de transport, seule preuve de l'existence du contrat et de la bonne exécution de l'obligation de payer.

⁴⁴⁵ *Un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle*, Commission européenne, 2018, p. 1.

⁴⁴⁶ Pour un exemple avec les cancers de la peau, v. <https://www.theguardian.com/society/2018/may/29/skin-cancer-computer-learns-to-detect-skin-cancer-more-accurately-than-a-doctor>.

⁴⁴⁷ Pour une histoire détaillée de l'intelligence artificielle, v. S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, n° 3 s.

⁴⁴⁸ Alan Turing, mathématicien, logicien et cryptologue britannique du XX^e siècle, est mondialement connu pour ses travaux fondateurs en informatique théorique et en cryptographie. Ses travaux sur les ordinateurs sont souvent considérés comme pionniers dans le domaine de l'intelligence artificielle. Son article « Machines de calcul et intelligence » paru en 1950 dans le journal scientifique *Mind* (A. M. TURING, « Computing Machinery and Intelligence », *Mind*, n° 59,

finalité « la reproduction de fonctions cognitives par l'informatique »⁴⁴⁹ et utilise aujourd'hui des algorithmes déjà développés dans les années 1980⁴⁵⁰. Cette discipline est définie comme la « recherche de moyens susceptibles de doter les systèmes informatiques de capacités intellectuelles comparables à celles des êtres humains »⁴⁵¹.

144. Définition de l'intelligence artificielle. Comment est aujourd'hui définie l'intelligence artificielle ? Si aucun consensus n'a encore été entériné à l'époque contemporaine, des institutions nationales ou européennes proposent quelques définitions. La Commission européenne retient que « l'intelligence artificielle désigne les systèmes qui font preuve d'un comportement intelligent en analysant leur environnement et en prenant des mesures – avec un certain degré d'autonomie – pour atteindre des objectifs spécifiques »⁴⁵². Pour sa part, France Stratégie entend l'intelligence artificielle comme « l'ensemble des technologies visant à réaliser par l'informatique des tâches cognitives traditionnellement effectuées par l'humain »⁴⁵³. Ces deux définitions mettent en relief les fonctions de l'intelligence artificielle. Par ailleurs, la doctrine commence à émettre des propositions de définition juridique de l'intelligence artificielle, en particulier M. Merabet selon qui « l'intelligence artificielle désigne un système informatique capable d'effectuer un choix autonome, distinct de celui de la personne qui l'a conçue ou qui en a l'usage »⁴⁵⁴. L'auteur précise ensuite sa définition en éprouvant les critères de l'aptitude à faire des choix et de l'autonomie de l'intelligence artificielle. Il aboutit alors à définir l'intelligence artificielle « comme un système informatique capable d'effectuer des choix autonomes, distincts de ceux de la personne qui l'a conçu ou en a l'usage de sorte qu'ils ne peuvent être envisagés par avance avec certitude »⁴⁵⁵.

Schématiquement, l'intelligence artificielle prend deux formes⁴⁵⁶. D'une part, les systèmes peuvent être fondés exclusivement sur des logiciels agissant dans le monde virtuel :

1950, p. 433-460 (en ligne : http://www.espace-turing.fr/IMG/pdf/Computing_Machinery_and_Intelligence_A-M-Turing.pdf)), est le premier à se pencher sur la question de savoir si les machines peuvent penser. V. sur le sujet : https://en.wikipedia.org/wiki/Computing_Machinery_and_Intelligence ; <https://www.turing.ac.uk/blog/what-alan-turing-means-us>.

⁴⁴⁹ *Intelligence artificielle et travail*, France Stratégie, 2018, p. 15.

⁴⁵⁰ *Rapport de synthèse France Intelligence Artificielle*, Ministère de l'Économie et des Finances, Secrétariat d'Etat à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, Secrétariat d'Etat à l'Industrie, au Numérique et à l'Innovation, 2017.

⁴⁵¹ Définition de l'intelligence artificielle donnée par CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales), citant comme source la revue *La Recherche*, janv. 1979, n° 96, vol. 10, p. 61 (<https://www.cnrtl.fr/definition/intelligence>).

⁴⁵² *Un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, p. 1.

⁴⁵³ *Intelligence artificielle et travail*, *op. cit.*, p. 7.

⁴⁵⁴ S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, n° 60.

⁴⁵⁵ *Ibid.*, n° 119.

⁴⁵⁶ Il faut cependant préciser que dans tous les cas, l'intelligence artificielle est composée de deux éléments, le *hardware* et le *software*, c'est-à-dire l'ordinateur et le logiciel. Ensemble, ils forment un système informatique ; si celui-ci a un effet cognitif, c'est-à-dire est *intelligent*, il s'agit d'une intelligence artificielle. V. sur le sujet, *Ibid.*, n° 8 s.

il s'agit alors des assistants vocaux, des logiciels d'analyse, des *chatbots* ou agents conversationnels⁴⁵⁷, des moteurs de recherches ou encore les logiciels de reconnaissance faciale ou vocale. D'autre part, il est possible d'utiliser l'intelligence artificielle en l'intégrant dans des dispositifs matériels : pensons aux voitures autonomes, aux drones, mais aussi aux robots et aux applications de l'internet des objets⁴⁵⁸.

145. L'intelligence artificielle et les objets connectés, des outils d'optimisation contractuelle ? Loin du fantasme ou du mythe qui nourrit l'idée de machines qui viendraient à remplacer l'homme⁴⁵⁹, il est possible de voir l'intelligence artificielle et les objets connectés comme des outils au service de l'humain, complémentaires de ses capacités naturelles. Qu'il s'agisse de logiciels codés afin de répondre à des besoins techniques et précis, de « *smart agents* » permettant d'agir intelligemment suivant un processus calqué sur la réflexion humaine ou d'objets connectés permettant de relier monde physique et monde virtuel, l'intelligence artificielle offre des outils divers et dans de nombreux domaines. L'intelligence artificielle a vocation à modifier le rôle de l'humain en rationalisant ou en améliorant les tâches à effectuer pour un service donné. Dans cette perspective, l'innovation contractuelle pourrait bien puiser à la source – abondante – de l'intelligence artificielle, en utilisant des objets connectés pour améliorer l'ensemble du processus contractuel (I) ou des logiciels dits intelligents (*smart agents*) pour aider à la conclusion de contrats (II). Dans ces deux schémas, l'intelligence artificielle pourrait éventuellement être utilisée en complément des smart contracts.

⁴⁵⁷ Ces amergents qui remplacent par exemple des services après-vente ou des conseillers clientèle connaissent un essor éditant et sont présents dans le quotidien des internautes. Attention à l'autonomie donnée par le programmeur... certains chercheurs semblent même constater l'existence d'une conscience chez des intelligences artificielles en développement ! Ainsi un chercheur de Google, travaillant sur les questions d'éthique et d'intelligence artificielle (IA Ethics) a-t-il été écarté en juin 2022 pour avoir partagé ses conclusions selon lesquelles l'agent conversationnel en développement chez Google était doté d'une conscience et pouvait ressentir des sentiments comme la peur et la tristesse (v. son billet de blog relatant son expérience <https://cajundiscordian.medium.com/may-be-fired-soon-for-doing-ai-ethics-work-802d8c474e66> et l'article du Washington Post qui lui a été consacré la semaine suivante : <https://www.washingtonpost.com/technology/2022/06/11/google-ai-lambda-blake-lemoine/>).

⁴⁵⁸ *L'intelligence artificielle pour l'Europe*, Commission européenne, 2018, p. 1.

⁴⁵⁹ Les auteurs s'interrogeaient dès la fin du siècle dernier sur la place que prendrait la machine. Ainsi en 1985, M. Le Tourneau affirmait : « un jour viendra où l'exécution de certains contrats sera confiée à des machines (par exemple, un contrat de maintenance, mais encore faudra-t-il qu'un homme établisse le programme) », soulignant le rôle clé et initial de l'homme quel que soit le rôle confié aux machines. P. LE TOURNEAU, « Quelques aspects de l'évolution des contrats », *op. cit.*, n° 3 ; C. VILLANI, *Donner un sens à l'intelligence artificielle : Pour une stratégie nationale et européenne*, Mission Villani pour l'intelligence artificielle, 2018, p. 22 : « Plus généralement, l'utilisation croissante de l'IA dans certains domaines sensibles comme la police, la banque, l'assurance, la justice ou l'armée (avec la question des armes autonomes) appelle un véritable débat de société et une réflexion sur la question de la responsabilité humaine. Nous devons également nous interroger sur la place de l'automatisation dans les décisions humaines : existent-ils des domaines où le jugement humain, aussi faillible soit-il, ne devrait pas à être remplacé par une machine ? ».

I. Les objets connectés au sein du processus contractuel

146. L'internet des objets⁴⁶⁰ : les objets connectés. Les objets connectés (« *smart devices* » ou « *connected devices* » en anglais) envahissent notre quotidien de façon imperceptible depuis plus d'une décennie, et ont été fantasmés dès la fin du XX^e siècle. L'internet des objets (en anglais *Internet of Things*, dont l'acronyme *IoT* est très largement utilisé) est annoncé comme la prochaine grande vague d'innovation économique et sociétale rendue possible par internet⁴⁶¹. Selon la définition de l'Union internationale des télécommunications⁴⁶², l'internet des objets est une « infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution ».

Que convient-il d'entendre par là ? Simplement que l'IoT permet de connecter tout objet physique ou virtuel à d'autres objets et à internet : c'est ainsi qu'une véritable toile se tisse entre les objets connectés⁴⁶³. Ainsi, les objets connectés peuvent être définis comme des « dispositifs permettant de collecter, stocker, transmettre et traiter des données issues du monde physique »⁴⁶⁴ grâce à leur connexion à internet. Des auteurs précisent toutefois que la connexion à internet ne suffit pas : il faut aussi que l'objet soit programmé avec un certain degré d'intelligence artificielle afin de pouvoir agir de façon relativement autonome⁴⁶⁵. Leur expansion est titanesque : en 2016, on comptait à l'échelle de la planète déjà 16,28 milliards d'objets connectés, et les prévisions annonçaient alors le déploiement de 30 à 60 milliards d'objets connectés à l'horizon 2020⁴⁶⁶. L'IoT favorise les échanges entre le monde virtuel et le

⁴⁶⁰ Sur le sujet, v. notamment *Le monde de l'Internet des objets : des dynamiques à maîtriser*, France Stratégie, 2022 ; *L'Internet des Objets : promesses et dangers d'une technologie de rupture*, Assemblée parlementaire de l'OTAN, Commission des sciences et technologies, 2017 ; *Advancing the Internet of Things in Europe*, Commission européenne, 2016.

⁴⁶¹ *Advancing the Internet of Things in Europe*, *op. cit.*, p. 2 (document de travail accompagnant la Communication de la Commission européenne « Digitising European Industry - Reaping the full benefits of a Digital Single Market »).

⁴⁶² Rappelée par N. MARTIAL-BRAZ, « Les contrats conclus par un objet connecté ? », in *Les objets connectés*, M. Behar-Touchais (dir.), IRJS Editions, 2018, vol. 96, p. 29-44.

⁴⁶³ V. sur le sujet, R. SCHULZE et D. STAUDENMAYER, « Digital Revolution - Challenges for Contract Law », in *Digital Revolution: Challenges for Contract Law in Practice*, R. Schulze et D. Staudenmayer (dir.), Nomos, 2016, p. 19-32. Les auteurs résument clairement l'idée en affirmant qu'avec l'IoT, l'Internet quitte le monde purement numérique pour entrer dans le monde physique (« *the internet leaves the purely digital world and enters the physical* », p. 28). Selon un rapport France Stratégie, « Il ne s'agit plus de relier des tablettes, des ordinateurs, des téléphones entre eux, mais de rendre communicant tout élément du monde physique, abolissant en quelque sorte les frontières entre objets physiques et monde virtuel » (*Le monde de l'Internet des objets : des dynamiques à maîtriser*, *op. cit.*, p. 3).

⁴⁶⁴ T. PIETTE-COUDOL, *Les objets connectés : sécurité juridique et technique*, Lexis Nexis, 2015, p. 3.

⁴⁶⁵ R. SCHULZE et D. STAUDENMAYER, « Digital Revolution - Challenges for Contract Law », *op. cit.*, p. 28.

⁴⁶⁶ *L'Internet des Objets : promesses et dangers d'une technologie de rupture*, *op. cit.*, p. 1. D'autres annoncent même un déploiement de 80 à 100 milliards d'objets connectés dans le monde en 2020, v. F. CHERIGNY et A. ZOLLINGER (dir.), *Les objets connectés : acte du colloque « 30 ans du magistère en droit des TIC », 23 septembre 2016*, Université de Poitiers, Presses universitaires juridiques de Poitiers, 2018, p. 81.

monde réel afin de mettre en place un environnement « *smart* », connecté, rendu plus efficace et plus simple pour les utilisateurs⁴⁶⁷. Mais, au-delà des accommodations pratiques qu'ils proposent, les objets connectés jouent d'ores et déjà un rôle non négligeable dans le domaine des contrats.

147. L'utilisation de « *smart devices* » ou objets connectés dans les contrats et les *smart contracts*. Les objets connectés peuvent intervenir pour faciliter et rendre plus efficaces certaines étapes du processus contractuel, comme un outil complémentaire du contrat. Dès lors, on mesure combien cette innovation pourrait aussi trouver un rôle à jouer pour les *smart contracts*, spécifiquement dans la perspective de l'exécution automatique et autonome des *smart contracts*, mais aussi de l'automatisation de leur formation.

Plusieurs cas de figure se présentent lorsque des objets connectés sont utilisés dans les contrats. L'objet connecté peut tout d'abord faciliter la conclusion du contrat, et éventuellement du *smart contract* (A). Il est tout à fait envisageable ensuite de multiplier le recours aux objets connectés dans le cadre de l'exécution du contrat ou de l'exécution autonome du *smart contract* (B).

A. Les objets connectés au service de la formation des contrats

148. Le rôle de l'objet connecté. Le plus souvent, l'objet connecté n'interviendra dans la formation du contrat que comme un simple vecteur de l'expression de la volonté de son propriétaire (1) ; mais la frontière est mince avec les cas où l'objet connecté sera lui-même acteur de la conclusion du contrat, l'initiative de son propriétaire étant alors reléguée au moment de l'installation de l'objet connecté (2).

1) Objets connectés et extériorisation de la volonté

149. Les objets connectés, vecteurs de l'expression de la volonté. Si chacun peut depuis de nombreuses années conclure un contrat à l'aide d'un ordinateur, ou même d'un smartphone, peut-on envisager plus largement la conclusion d'un contrat à l'aide d'un objet connecté ne disposant pas nécessairement d'une souris et/ou d'un écran et d'un clavier ? Il peut s'agir d'un assistant vocal, avec lequel on interagit grâce au smartphone ou à une enceinte connectée, ou encore des boutons de commande installés dans les maisons pour immédiatement

⁴⁶⁷ *Advancing the Internet of Things in Europe, op. cit.*, p. 2.

commander des produits manquants auprès du fournisseur concerné. La question se pose avec pertinence, notamment pour l'adaptation des règles européennes relatives au commerce électronique instaurant la règle du double-clic⁴⁶⁸ aux autres objets connectés que sont les assistants vocaux ou les boutons de commande⁴⁶⁹. Ce sont donc de nouvelles relations contractuelles qui peuvent naître grâce aux objets connectés déployés ces dernières décennies, où l'objet connecté revêt un simple rôle de vecteur de l'expression de la volonté⁴⁷⁰.

Or, la plupart du temps, les objets connectés seront achetés directement au fournisseur auprès duquel les contrats ultérieurs seront conclus à l'aide desdits objets. Par exemple, le bouton de commande Amazon permettant de commander de la lessive supplémentaire est vendu par Amazon, pour acheter de la lessive sur Amazon. Il est alors logique de concevoir la conclusion d'un contrat-cadre en amont, prévoyant de futurs contrats d'exécution⁴⁷¹ à chaque fois qu'un utilisateur procèdera à un achat à l'aide de son objet connecté. Ces contrats d'exécution pourraient bien prendre la forme d'un smart contract.

150. Application aux smart contracts. L'application aux smart contracts est tout à fait envisageable ici, où le smart contract prendrait la place de ces contrats d'exécution. Ainsi, les objets connectés permettraient d'initier de nouvelles transactions exécutées par un smart contract. Pourquoi ne pas imaginer la scène suivante : une personne regardant les informations dans son salon apprend que le cours d'une nouvelle cryptomonnaie a des chances de s'envoler, ou qu'une œuvre d'art numérique est aux enchères ; elle pourra alors dire à son assistant vocal « Alexa, achète du *dogecoin*⁴⁷² pour 100 euros ! » ou « Alexa, place une enchère pour 350 euros pour l'œuvre 3D *Humanoid* de l'artiste Primavera⁴⁷³ ! ». Bien sûr, la commande ne sera

⁴⁶⁸ V. *supra*, §123. La règle figure aujourd'hui à l'alinéa 1^{er} de l'article 1127-2 du code civil.

⁴⁶⁹ J. SENECHAL, « Les contrats conclus par l'intermédiaire d'un objet connecté – Renouveau des enjeux à l'heure du déploiement de l'Internet des objets », in *Les objets connectés*, M. Behar-Touchais (dir.), IRJS Editions, 2018, vol. 96, p. 3-28. L'auteur souligne que les ordinateurs et smartphones sont le vecteur principal de conclusion des contrats à distance par les consommateurs ; quid en cas de commandes passées à l'aide des assistants vocaux (Alexa ou Google Home), de boutons de commande Amazon ou encore l'achat de programmes directement sur la télévision ?

⁴⁷⁰ V. en ce sens, S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, n° 392.

⁴⁷¹ V. J. SENECHAL, « Les contrats conclus par l'intermédiaire d'un objet connecté – Renouveau des enjeux à l'heure du déploiement de l'Internet des objets », *op. cit.*

⁴⁷² Le *dogecoin* est une cryptomonnaie créée au départ sur le ton de la plaisanterie, avec pour effigie un corgi (la race de chiens de la reine d'Angleterre, notamment). Cette cryptomonnaie ne repose sur aucun projet, aucune perspective, de façon nettement affichée. Mais son cours s'est envolé plusieurs fois ces dernières années, par exemple sous l'impulsion d'Elon Musk par des tweets en faveur du *dogecoin*. Des centaines de milliers de fans d'Elon Musk ont ainsi dépensé l'équivalent de millions de dollars dans cette cryptomonnaie frivole, en espérant réaliser des gains importants fondés exclusivement sur la spéculation.

⁴⁷³ L'exemple cité est un clin d'œil à un projet artistique utilisant la blockchain mené par la chercheuse Primavera de Filippi : les « Plantoids » (<https://plantoid.org>). L'idée est que les plantoïdes ont besoin des humains pour se reproduire, comme les plantes ont besoin des abeilles. Sur le site internet, on peut lire la définition suivante du plantoïde : « *A Plantoid is the plant equivalent of an android; it is a robot or synthetic organism designed to look, act and grow like a plant.* » L'intérêt est surtout de récolter des bitcoins pour faire fonctionner cette expérience artistique et décalée. Un article en explique le fonctionnement : « L'œuvre est ainsi une sculpture en forme de fleur, équipée d'un ordinateur intégré dans une blockchain. On associe ainsi un corps et un « esprit ». Elle vous plaît ? Montrez-le en alimentant Plantoid avec des

exécutée que si l'objet connecté sait quelle transaction initier, ce qui dépendra de sa programmation, liée à des smart contracts préétablis. Ici, l'objet connecté est simplement le récepteur d'une extériorisation de la volonté de la partie à la transaction. Il n'y a donc pas de spécificité pour les smart contracts, même si leur utilisation conjointe est envisageable dans le futur. La situation est différente lorsqu'il s'agit de la décision de conclure un nouveau contrat semble émaner de façon autonome de l'objet connecté, sans nouvelle intervention humaine.

2) Objets connectés et conclusion autonome du contrat ?

151. Des contrats conclus par des objets connectés du quotidien. Illustrations.

L'exemple du réfrigérateur intelligent⁴⁷⁴ est assez éclairant pour imaginer comment des contrats pourraient être conclus de façon autonome par des objets connectés. L'appareil passe commande des produits bientôt manquants, l'ordre étant acheminé directement au partenaire commercial avec lequel une convention cadre pourra avoir été préalablement signée. D'aucuns imaginent facilement ces contrats conclus par les objets connectés envahir notre quotidien⁴⁷⁵ : la machine à café commandant des capsules de café, la machine à laver en panne déclenchant l'intervention d'un réparateur, le véhicule autonome ayant conclu un contrat d'entretien ou de dépannage, etc.

Un exemple en matière de distribution d'énergie⁴⁷⁶ est encore plus évocateur. De nombreuses résidences sont désormais équipées d'un compteur d'électricité connecté, permettant de faciliter les relèves et d'évaluer la consommation des foyers. Quelle utilisation du compteur connecté envisager dans cette démarche d'automatisation contractuelle ? Tout simplement l'achat et la fourniture d'électricité : le compteur, analysant les données de consommation du foyer, est à même d'apprécier la quantité d'énergie nécessaire pour le foyer

bitcoins ! Une fois qu'elle a collecté un montant donné fixé, elle va inviter des artistes, des designers, des développeurs et même des ferrailleurs, des électriciens à réfléchir à la prochaine génération de Plantoïd, que ce soit sur les aspects physiques ou informatiques. Pour choisir parmi les différentes propositions, elle s'appuiera sur les conseils des individus qui ont participé au financement. Les artisans retenus seront rémunérés, en bitcoins, par la plante elle-même. On compte aujourd'hui six Plantoïd qui ont été créées par ce système depuis la fleur originelle. » (L. MANGIN, « Terminator et la petite fleur », *Pour la science*, n° 475, 26 avril 2017, p. 86).

⁴⁷⁴ F. OSISANWO, S. KUYORO et O. AWODELE, « Internet Refrigerator –A typical Internet of Things (IoT) », in *3rd International Conference on Advances in Engineering Sciences and Applied Mathematics (ICAESAM'2015), March 23-24, 2015 London (UK)*, International Institute of Engineers, 2015, p. 59-63 (en ligne : <http://iieng.org/siteadmin/upload/2602E0315051.pdf>); v. aussi, déjà en 2000, ASSOCIATION HENRI CAPITANT (dir.), *Le contrat électronique : Journées nationales*, Éd. Panthéon-Assas, 2002 ; A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*

⁴⁷⁵ V. N. MARTIAL-BRAZ, « Les contrats conclus par un objet connecté ? », *op. cit.*, p. 32 ; v. aussi H. JACQUEMIN et J.-B. HUBIN, « Aspects contractuels et de responsabilité civile en matière d'intelligence artificielle », in *L'intelligence artificielle et le droit*, Larcier, 2017, p. 102.

⁴⁷⁶ A. COHN, T. WEST et C. PARKER, « Smart after all: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids », *op. cit.*

pour chaque mois et pourrait ainsi être paramétré pour proposer l'achat d'électricité produite localement par des particuliers à un prix donné. L'humain semble alors perdre du terrain dans la relation contractuelle.

152. Une déshumanisation du contrat. Certains parlent alors de déshumanisation du contrat⁴⁷⁷, puisque, en face du contractant, ne se trouve plus un humain mais un écran ou une machine⁴⁷⁸, qui indique – impose ? – le cheminement jusqu'à la formation du contrat⁴⁷⁹. L'automatisation conduit selon certains à une réification du contrat ; ils soulignent que les contrats avec les machines « remettent en cause l'existence même de la personne et aboutissent à l'évacuation de celle-ci »⁴⁸⁰. Or, l'utilisation des objets connectés risque d'accentuer cette tendance, allant jusqu'à envisager contrats conclus en « *machine-to-machine* »⁴⁸¹ qui seront demain ancrés dans notre quotidien, telle une machine qui commande des pièces détachées à l'usine du fournisseur.

Il faut alors analyser juridiquement le processus de conclusion du contrat par l'objet connecté sans nouvelle intervention de son propriétaire.

153. Les objets connectés, acteurs de la conclusion du contrat ? Peut-on considérer que le contrat est conclu directement par l'objet connecté avec le prestataire de services, sans être un intermédiaire⁴⁸² ? L'objet connecté serait alors directement une partie contractante. Pour cela, encore faut-il accepter de reconnaître que l'objet connecté a la capacité de conclure un

⁴⁷⁷ P. MALAURIE et N. PETERKA, *Droit des personnes : la protection des mineurs et des majeurs*, 12^e éd., LGDJ, 2022, n° 6.

⁴⁷⁸ Le distributeur de billets, par exemple, permet la conclusion automatisée du contrat : J. HUET, « Le consentement échangé avec la machine », *op. cit.*

⁴⁷⁹ Pour F. Terré, « l'engagement perd son âme » et la machine utilisée pour contracter à la fin du XX^e siècle « ébranle le droit du contrat, comme elle avait ébranlé, le siècle dernier, le droit de la responsabilité civile ». L'auteur y voit un profond bouleversement en particulier au stade de la conclusion du contrat, puisque tout passe par la machine, l'utilisateur n'ayant plus vraiment de volonté mais seulement des choix à effectuer devant des « itinéraires contractuels mécanisés » (F. TERRE, « Revue des sciences morales et politiques », *op. cit.*, p. 313). V. aussi sur le sujet le très intéressant article de J. HUET, « Le consentement échangé avec la machine », in *L'échange des consentements, Colloque de Deauville organisé les 17 et 18 juin 1995 par l'association Droit et Commerce, RJC*, 1995, n° spécial, p. 124-132. L'auteur relève combien nous sommes entourés de machines qui nous invitent à contracter, dès cette fin de XX^e siècle : machines à sous, distributeurs de billets, consignes de gares, répondeur automatique, téléphone public, etc.

⁴⁸⁰ F. TERRE, « Revue des sciences morales et politiques », *op. cit.*, p. 311 ; v. dans le même sens, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, 12^e éd., LGDJ, 2022, n° 281. Les auteurs parlent également d'une « réification » du contrat ; selon eux, « on a l'impression que le contrat est conclu non avec une personne, mais avec la machine ou le produit ».

⁴⁸¹ V. en ce sens, P. DE FILIPPI et A. WRIGHT, *Blockchain and the law*, *op. cit.*, p. 157. Les auteurs prophétisent une ère de contrats entre machines seules, grâce à l'interaction des objets connectés et de la blockchain. Les objets du quotidien seraient alors imprégnés de la faculté de lire et d'écrire de l'information.

⁴⁸² Certains l'imaginent : v. P. DE FILIPPI et A. WRIGHT, *Blockchain and the law*, *op. cit.*, p. 156 s.

contrat⁴⁸³ et il faut qu'il soit doté d'une capacité de prendre une décision, c'est-à-dire une forme d'intelligence. Or, les objets connectés peuvent être dotés d'intelligence artificielle, et c'est le cas « dès lors qu'ils utilisent les données qu'ils collectent pour prendre des décisions de manière autonome »⁴⁸⁴. Mais cette caractéristique est insuffisante pour permettre à un objet connecté de conclure un contrat de façon entièrement autonome. La volonté humaine conserve une place centrale.

154. Rectification. L'expression différée de la volonté du propriétaire. En réalité, faute d'être doté de la personnalité juridique, l'objet connecté ne saurait émettre de consentement propre⁴⁸⁵. Il ne peut émettre que la volonté de son propriétaire – c'est-à-dire de son programmeur ou de son utilisateur – et en cela, il est seulement un vecteur de la volonté du contractant⁴⁸⁶, ce qui ramène à l'hypothèse précédemment évoquée. On ne peut qu'exclure tout rôle juridiquement autonome de l'objet connecté, nécessairement dépendant des instructions encodées.

Toutefois, l'action de l'objet connecté gagne en autonomie, comme décrit dans les illustrations proposées, lorsqu'elle ne dépend plus d'instructions nouvelles du propriétaire. Son action est encadrée exclusivement par la programmation informatique et n'est pas déclenchée par le propriétaire à un moment spontané. La différence avec la commande donnée vocalement ou par pression sur un bouton par l'utilisateur à l'objet connecté⁴⁸⁷ réside dans le moment de l'expression de la volonté du propriétaire du bien. Avec l'objet connecté plus autonome, la volonté du propriétaire est bien exprimée *ab initio*, lors de la mise en place de l'objet connecté⁴⁸⁸, et laisse à ce dernier une marge de manœuvre pour décider du moment où une nouvelle transaction pourra être initiée. Un degré supérieur d'autonomie est atteint ici, mais

⁴⁸³ N. MARTIAL-BRAZ, « Les contrats conclus par un objet connecté ? », *op. cit.* : l'auteur interroge la possibilité pour un objet connecté de conclure un contrat et aboutit à une réponse négative, sauf à reconnaître la personnalité juridique de l'objet connecté.

⁴⁸⁴ *Id.*

⁴⁸⁵ V. en ce sens, S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, n° 405, affirmant qu'il y a toujours une volonté humaine et que l'outil d'intelligence artificielle ne saurait émettre de volonté contractuelle propre ; v. déjà, A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, rappelant qu'il y a toujours la volonté d'une personne derrière la programmation des opérations réalisées par la machine.

⁴⁸⁶ H. JACQUEMIN et J.-B. HUBIN, « Aspects contractuels et de responsabilité civile en matière d'intelligence artificielle », *op. cit.*, p. 100 s. ; L. H. SCHOLZ, « Algorithmic Contracts », *Stanford Technology Law Review*, vol. 20, 2017, p. 164 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=2747701>). L'absence de personnalité juridique empêche nécessairement de reconnaître à l'objet connecté, et plus largement à tout logiciel, la qualité de contractant. Selon M. Huet, « Si l'on se concentre sur la formation du contrat, on perçoit d'emblée l'ambiguïté du sujet : on ne contracte pas avec la machine, mais avec l'homme derrière la machine » (J. HUET, « Le consentement échangé avec la machine », *op. cit.*, p. 126). V. aussi S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, n°s 401-405.

⁴⁸⁷ V. *supra*, §149.

⁴⁸⁸ Et les modalités seront le plus souvent gérées par un contrat-cadre. V. en ce sens, J. HUET, « Le consentement échangé avec la machine », *op. cit.*, p. 126

l'objet connecté n'est pas l'auteur de la conclusion du contrat. Il n'est qu'un vecteur de la conclusion du contrat et non l'auteur de la conclusion du contrat de façon autonome.

155. Application aux smart contracts. L'analyse a montré que les objets connectés ne sont pas capables d'une véritable autonomie de décision. Dès lors, s'ils peuvent conclure des transactions conformément à la volonté initiale de leur propriétaire, et être utilisés à ce titre pour déclencher des transactions sur la blockchain, il ne semble pas qu'ils puissent conclure de nouvelles transactions sortant du cadre initialement programmé, faute de bénéficier d'une véritable *intelligence*, d'une initiative dans la prise de décision. C'est davantage au stade de l'exécution des contrats que les objets connectés ont un rôle décisif à jouer... ce qui rend leur attrait bien palpable pour les smart contracts.

B. Les objets connectés au service de l'exécution des contrats

156. L'utilisation d'objets connectés au service de l'exécution de contrats. Les objets connectés peuvent tout à fait être utilisés pour faciliter l'exécution des contrats, en transmettant en temps réel des données fiables nécessaires pour l'exécution des obligations des parties. Les possibilités sont infinies : des capteurs installés aux différentes étapes d'une chaîne logistique, permettant de suivre l'acheminement des biens et de gérer les stocks ; des compteurs énergie et des thermostats connectés pour adapter les tarifs liés à la consommation d'énergie ; ou encore le véhicule autonome, dont les capteurs pourraient avoir pour incidence de modifier les tarifs de l'assurance, qui serait alors individualisée et dont la prime serait fixée en fonction de la conduite de l'assuré. Les objets connectés se présentent alors comme une véritable aide, libérant du temps à l'humain puisque les données sont collectées automatiquement, de même que le déclenchement de certaines actions.

157. Les objets connectés au service des smart contracts : améliorer l'exécution automatique. Dans cette perspective d'aide à l'exécution des contrats, les objets connectés pourraient décupler le potentiel d'utilisation des smart contracts. Il est possible d'envisager avec un certain réalisme des cas d'usage de smart contracts très innovants, où les programmes informatiques auto-exécutants communiquent avec des objets connectés, réduisant d'autant plus le besoin d'intervention humaine et améliorant ainsi l'automatisme et la certitude de

réalisation des engagements prévus⁴⁸⁹. Les exemples précités sont autant de cas d'usage de smart contracts. L'utilisation couplée de ces deux innovations permet de sécuriser et automatiser l'exécution du contrat, permettant une certaine libération à l'égard des intermédiaires et notamment des plateformes.

158. Exemples. En guise d'illustration, peut être évoqué l'exemple d'un verrou intelligent, qui permet au vacancier arrivant à l'appartement loué pour une semaine d'obtenir le code de déverrouillage de la porte une fois la vérification du paiement par le smart contract effectué, ou à un utilisateur de payer pour l'utilisation d'un vélo doté d'un semblable verrou intelligent⁴⁹⁰. Dès lors que l'objet est connecté, il est possible de programmer un smart contract donnant accès à l'objet connecté contre paiement. Ces utilisations ont pour effet direct de supprimer les intermédiaires classiques⁴⁹¹ (Airbnb, ebay, les plateformes de mise en relation entre propriétaires et usagers de manière générale), tout en assurant l'automatisme et la sécurité permises par les smart contracts déployés sur blockchain, indispensables pour assurer la confiance dans ces nouveaux types de relations contractuelles.

De nombreux autres exemples peuvent être cités, avec des transactions d'objets connectés entre eux ou de machine à machine⁴⁹², comme la start-up Filecoin qui permet de louer de l'espace disque sur les ordinateurs d'autres utilisateurs réseau. Également, des applications dans le domaine de l'énergie visent à développer un marché de pair-à-pair où les objets connectés peuvent acheter et vendre de l'énergie automatiquement : c'est par exemple le test mené dans Brooklyn par TransActive Grid pour la vente d'énergie solaire renouvelable entre maisons voisines⁴⁹³.

159. Les chaînes de distribution. C'est encore le cas des chaînes de distribution, où l'utilisation couplée d'objets connectés et de la blockchain peut se révéler très performante.

⁴⁸⁹ V. sur le sujet, K. CHRISTIDIS et M. DEVETSIKIOTIS, « Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things », *IEEE Access*, vol. 4, 2016, p. 2292-2303 (en ligne : <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7467408>).

⁴⁹⁰ L'application slock.it permet déjà ces utilisations dans la vie réelle, l'idée étant de donner accès à des biens équipés d'un verrou intelligent une fois le paiement effectué. Ces utilisations s'inscrivent dans le mouvement de l'économie partagée. V. <https://slock.it> et <https://blog.slock.it/slock-it-iot-layer-f305601df963> : « *We pay a smart door lock to give us access to the apartment behind. Or we pay a smart bike lock to let us use a bicycle. We can also pay a smart power plug to turn on the power of any connected machine.* » (Nous traduisons : Nous payons une serrure de porte intelligente pour avoir accès à l'appartement qu'elle verrouille. Ou nous payons un cadenas de vélo intelligent pour nous permettre d'utiliser un vélo. Nous pouvons également payer une prise électrique intelligente pour mettre en marche l'alimentation de toute machine connectée).

⁴⁹¹ Attention toutefois, des intermédiaires subsisteront nécessairement, ne serait-ce que pour le développement des interfaces utilisateurs sans lesquels tout un chacun ne peut pas avoir accès aux biens et services proposés.

⁴⁹² V. dans le même sens, N. MARTIAL-BRAZ, « Les contrats conclus par un objet connecté ? », *op. cit.*

⁴⁹³ *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 37 ; v. aussi en anglais, K. CHRISTIDIS et M. DEVETSIKIOTIS, « Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things », *op. cit.*, p. 2298.

Prenons l'exemple d'un container qui quitte une usine par train pour rejoindre un port avant d'être envoyé par bateau au port de destination et d'être transporté par camion aux entrepôts du distributeur qui enverra enfin les marchandises aux détaillants⁴⁹⁴. La blockchain permet d'utiliser un registre unique de suivi des données de transports entre tous les acteurs de la chaîne, tandis qu'un smart contract envoie automatiquement des informations sur le chargement à chaque étape atteinte. L'utilisation de l'IoT porte l'automatisation à un degré supérieur : il suffit alors que chaque moyen de transport soit doté d'un objet connecté, qui, une fois après avoir capté le signal numérique placé dans le container, enverra son propre signal au smart contract enregistré dans la blockchain pour indiquer automatiquement que le container a atteint l'étape concernée. Ici, plus de place à l'erreur humaine, à la corruption, aux aléas, aux oublis : l'automatisation est poussée à l'extrême pour une efficacité optimisée. Et grâce aux smart contracts déployés sur blockchain, la certitude du paiement ou toute transaction exécutée numériquement est acquise.

160. Une efficacité cantonnée au stade de l'exécution. En définitive, les objets connectés apparaissent particulièrement pertinents au stade de l'exécution du contrat et leur utilisation couplée aux smart contracts pourraient donner lieu à un outil techno-contractuel véritablement efficace. En revanche, leur rôle est réduit, au stade de la formation du contrat, faute d'autonomie. D'autres outils pourraient remplir ce rôle : les smart agents.

II. Les « smart agents »

161. Au-delà des objets connectés, l'intelligence artificielle pourrait être utilisée à un degré supérieur pour faciliter et rendre autonome la conclusion de contrats en général, à l'aide de logiciels programmés pour négocier et conclure des contrats, appelés « *smart agents* » (A). Ces outils logiciels pourraient être un atout de taille pour la conclusion des smart contracts en particulier, en permettant de véhiculer par le code informatique la volonté de chaque utilisateur (B).

⁴⁹⁴ L'exemple est développé par K. Christidis et M. Devetsikiotis (K. CHRISTIDIS et M. DEVETSIKIOTIS, « Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things », *op. cit.*, p. 2298-2299).

A. L'utilisation de smart agents pour la conclusion de contrats

162. Un « *smart agent* » est-il un agent intelligent ou un agent informatique doté d'intelligence artificielle ? Peut-il prendre des décisions autonomes ou est-il limité par sa programmation initiale ? Une définition des smart agents (1) est nécessaire pour comprendre le rôle qu'ils peuvent jouer dans la formation des contrats, à savoir celui d'agents contractuels informatisés (2).

1) La définition des smart agents

163. **Smart agent et intelligence artificielle.** En informatique, un agent est défini comme un « logiciel qui exécute de lui-même certaines tâches, afin de répondre aux demandes de l'utilisateur ou à celles d'autres éléments logiciels »⁴⁹⁵ ou encore comme un « programme informatique ou autre moyen automatisé utilisé indépendamment par une partie pour initier ou répondre sans vérification par l'individu à un message électronique ou toute autre action au nom de cette personne »⁴⁹⁶. À titre d'exemple, l'échange de données informatisé⁴⁹⁷ est un des premiers cas d'agent électronique, utilisé pour la conclusion d'une transaction par voie électronique⁴⁹⁸. Avec l'expansion d'internet, les agents électroniques se sont fortement développés et peuvent prendre différentes formes, selon qu'ils répondent à la demande d'un internaute ou agissent directement pour l'internaute⁴⁹⁹. Ces agents interviennent tant dans les relations entre entreprises qu'avec les consommateurs⁵⁰⁰.

Un auteur explique clairement que dans les domaines de l'informatique et de l'intelligence artificielle, les agents – comprendre, une entité qui agit – sont habituellement

⁴⁹⁵ Selon le dictionnaire Larousse (<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/agent/1628?q=agent#1630>).

⁴⁹⁶ Article 2B-102 (a) (21) UCC (*Uniform Commercial Code*), traduit par nous (passage original : “a computer program or other automated means used by a party independently to initiate or respond without review by an individual to electronic message or performances on behalf of that person”). Cette définition a ensuite été reprise presque à l'identique dans l'UETA de 1999 (« *Uniform Electronic Transactions Act* », 1999).

⁴⁹⁷ V. *supra*, §109 sur l'échange de données informatisé (EDI).

⁴⁹⁸ Y. POULLET, « La conclusion du contrat par un agent électronique », in *Commerce électronique : le temps des certitudes*, Bruylant, 2000, p. 129-145.

⁴⁹⁹ *Id.* M. Poullet explique de façon détaillée que les agents peuvent être classés en trois catégories : les agents de demande qui sont des systèmes automatisés répondant automatiquement à la demande du client et lui proposant la transaction la plus adaptée ; les agents de décision qui sont des agents d'achat utilisés pour comparer les produits et services et sélectionner le plus adapté ou celui recherché : ces agents peuvent être intégrés à l'ordinateur de l'internaute ou offerts par des sociétés spécialisées ; enfin, les agents intermédiaires intervenant dans les relations entre internautes et prestataires de services : sortes de vendeurs virtuels, conseillers, capables de réaliser des ventes liées à la vente principale (ex : vente de l'accessoire lié à l'objet principal choisi).

⁵⁰⁰ D. GRIFFITHS, « Contracting on the Internet », *European intellectual property review*, 1987, p. 13 ; v. aussi, S. A. KABLAN, *Pour une évolution du droit des contrats : le contrat électronique et les agents intelligents*, Québec, Canada, Laval, 2008, p. 241.

définis suivant leur capacité à agir de façon autonome, à percevoir et répondre aux changements dans l'environnement et à adapter les comportements pour prendre en compte de nouvelles circonstances⁵⁰¹. Ainsi, pour qu'un objet ou programme soit défini comme un agent, il est nécessaire que l'entité puisse percevoir son environnement d'une façon ou d'une autre : ainsi en est-il d'une voiture autonome, mais aussi d'un thermostat d'un radiateur programmé par une personne, dès lors qu'il donne des réponses programmées suivant les perceptions de température qu'il a de la pièce dans laquelle il se trouve. Il suffit donc que l'agent puisse agir sans intervention humaine.

164. Les différents niveaux de « smart » en anglais. Il est intéressant à ce stade des développements de s'arrêter un instant sur la notion de « smart » en anglais, et d'étudier un peu plus précisément son acception en matière d'intelligence artificielle. Un agent peut être plus ou moins intelligent et, à ce titre, doté d'une certaine autonomie grâce à l'intelligence artificielle. À un moindre degré, l'EDI fonctionne grâce à des instructions simples et pré-programmées. À un degré plus avancé, des programmes informatiques peuvent fonctionner de façon plus ou moins automatique et autonome. L'autonomie est atteinte lorsque le logiciel doté d'intelligence artificielle est « capable d'adopter un comportement déterminé, sans intervention humaine systématique lors de chaque action posée »⁵⁰², le plus souvent grâce à une faculté auto-apprentissage⁵⁰³. Ainsi, le logiciel peut agir seul sans instruction spécifique : l'action résulte d'opérations algorithmiques menées par le smart agent, conformément à ce qu'il a appris.

Plus précisément, il existe plusieurs niveaux de « smart », c'est-à-dire d'intelligence du logiciel utilisé. Le premier niveau de « smart » est celui dans lequel les smart contracts peuvent être classés. Il s'agit, selon Mme Hildebrandt, des agents définis par des algorithmes

⁵⁰¹ M. HILDEBRANDT, *Smart technologies and the end(s) of law*, *op. cit.*, p. 22 s.

⁵⁰² H. JACQUEMIN et J.-B. HUBIN, « Aspects contractuels et de responsabilité civile en matière d'intelligence artificielle », *op. cit.*, p. 73 s. Un auteur définit alors l'agent comme « tout système informatique situé dans un environnement donné et qui jouit d'une certaine autonomie dans l'atteinte des objectifs pour lesquels il a été conçu » (S. A. KABLAN, *Pour une évolution du droit des contrats : le contrat électronique et les agents intelligents*, *op. cit.*, p. 242 et 246) et fait de l'autonomie une caractéristique clé de l'agent intelligent, lui donnant une flexibilité jusqu'à lui permettre de décider des moyens à mettre en œuvre pour atteindre le but recherché.

⁵⁰³ C'est ce que l'on appelle communément le « *machine learning* ». Cette technologie implique généralement des algorithmes informatiques qui ont la capacité « d'apprendre » ou d'améliorer les performances au fil du temps sur certaines tâches, selon H. SURDEN, « Machine Learning and Law », *Washington Law Review*, vol. 89, 2014, p. 88 (en ligne :

http://scholar.law.colorado.edu/articles/81?utm_source=scholar.law.colorado.edu%2Farticles%2F81&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages). Extrait original : « *Broadly speaking, machine learning involves computer algorithms that have the ability to "learn" or improve in performance over time on some task* ». Ainsi, l'ordinateur peut apprendre avec l'expérience et c'est en cela qu'il gagne en autonomie. Pour certains, la frontière est mince avec le libre arbitre, puisque les ordinateurs peuvent apprendre et modifier leur comportement : v. Y. POULLET, « La conclusion du contrat par un agent électronique », *op. cit.*

déterministes. Ils sont alors « smart » dans le sens superficiel du terme⁵⁰⁴, en ce sens que l'agent dépend entièrement des problèmes anticipés lors de la programmation et des résolutions prévues par le biais d'instructions spécifiques, qu'elles soient simples ou complexes. Dans tous les cas, l'agent opère selon une suite d'instructions pour résoudre le problème posé, ce qui correspond à la définition d'un algorithme dans le langage mathématique. L'algorithme est dit déterministe lorsque toutes les perceptions et toutes les réponses ont été prédéfinies : l'agent ne peut pas découvrir de nouveaux modes de résolutions et, dès lors, agit de façon entièrement prédictible. C'est bien le cas d'un smart contract où toutes les conditions et toutes les actions sont définies en amont, sans qu'aucune action imprévue ne soit possible.

Les autres niveaux de « smart » intègrent des algorithmes plus poussés. Le deuxième niveau comprend les agents utilisant le *machine learning*, c'est-à-dire un algorithme d'apprentissage qui permet au logiciel de reconnaître des schémas à force d'entraînement. L'auteur donne comme exemple les logiciels qui automatisent la publicité comportementale en ligne, en se fondant sur les habitudes de dépenses de telles ou telles catégories de personnes. L'intelligence réside ici dans le fait d'anticiper des comportements, à partir d'une analyse quantitative. Le troisième niveau vise les agents utilisant une pluralité d'agents (*agents based on multi-agent systems*) : ils résolvent des problèmes non anticipés lors de la programmation et comportent ainsi une intéressante absence de prédictibilité. Ce type d'agent peut être constitué d'un ensemble d'agents de premier ou deuxième niveau, qui exécutent leurs propres programmes et négocient entre eux pour atteindre leur but déterminé par le développeur. Ces interactions peuvent donner lieu à des conséquences ou à des comportements non anticipés au départ. Le système ainsi mis en place est parfois appelé agent global (*global agency*), pour souligner son unité d'action dans son environnement. Enfin, la forme la plus achevée d'agents (*complete agents*) sont ceux qui peuvent évoluer en dehors des systèmes informatiques, souvent assimilés à des robots, qui ne sont pas encore développés à ce jour.

2) *Les smart agents, des agents contractuels informatisés*

165. Des agents contractuels intelligents ? En matière contractuelle, un smart agent ou agent intelligent pourrait alors participer à la conclusion de contrats en suivant les instructions données par celui pour le compte duquel il agit. Un auteur a exploré les différentes façons dont une partie contractante pourrait utiliser des algorithmes pour la formation d'un contrat⁵⁰⁵. Il

⁵⁰⁴ M. HILDEBRANDT, *Smart technologies and the end(s) of law*, *op. cit.*, p. 23 : « An agent of the first – deterministic – type is smart in a shallow sense of the word ».

⁵⁰⁵ L. H. SCHOLZ, « Algorithmic Contracts », *op. cit.*, p. 1 et p. 145.

présente une double alternative. D'une part, l'utilisation des algorithmes soit comme de simples outils, soit comme des agents ; d'autre part, durant la phase de négociation du contrat⁵⁰⁶, ou après la conclusion pour remplir les données manquantes dans le contrat. Et peut-être même pour la conclusion à proprement parler du contrat ? Pour certains auteurs, rien ne s'oppose en effet à ce que l'expression du consentement mutuel soit formulée en code informatique⁵⁰⁷, ce qui sera le cas si le consentement est donné par un algorithme – un agent informatique. Comme pour les objets connectés, l'agent n'est alors qu'un vecteur de l'expression de la volonté du contractant⁵⁰⁸. On peut en effet penser à des agents informatisés, programmés pour négocier des contrats en ligne⁵⁰⁹. Alors, l'agent intelligent conclurait lui-même l'acte de vente ou d'achat, proposant l'offre en ligne ou acceptant celle-ci pour le compte de son utilisateur⁵¹⁰. Laisser les étapes de négociation voire de conclusion du contrat, et pourquoi pas de gestion de la vie du contrat à des agents intelligents pourrait bien avoir pour effet des gains de temps et d'argent substantiels pour les parties⁵¹¹. À ces avantages certains répondent des risques non négligeables.

166. Risques. Le recours à un algorithme n'est toutefois pas sans danger. Les erreurs liées à la programmation informatique sont loin d'être rares et par ailleurs, il est impossible de tout prévoir lors du codage des instructions du logiciel. Il faut donc s'attendre à des résultats qui n'avaient pas été anticipés par le codeur du programme informatique, qui se trouve alors démuné quant à la suite des événements et actions pouvant être mises en œuvre par le

⁵⁰⁶ Sur les différents types de négociation pouvant être menés par des agents, avec plus ou moins de flexibilité, v. S. A. KABLAN, *Pour une évolution du droit des contrats : le contrat électronique et les agents intelligents*, op. cit., not. p. 270 s.

⁵⁰⁷ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », op. cit., p. 342. V. également, en droit français, l'analyse de M. le Tourneau : « Un contrat peut parfaitement être formé par l'interaction entre les systèmes d'information automatisés des deux parties, même si aucune personne n'a examiné chacune des actions exécutées par ces systèmes ni la convention qui en résulte », car « une programmation a été préalablement effectuée en ce sens, et celle-ci manifeste la volonté préalable de ses auteurs » (P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, op. cit., n° 412.35).

⁵⁰⁸ Selon M. Pouillet, le programme intégré dans l'agent électronique serait un support technique prolongeant la volonté de l'utilisateur. En effet, la conclusion du contrat par des moyens électroniques ne peut être que le résultat d'une volonté préprogrammée et c'est l'auteur de cette programmation qui est à l'origine de la volonté exprimée (Y. POULLET, « La conclusion du contrat par un agent électronique », in *Commerce électronique : le temps des certitudes*, Bruylant, 2000, p. 129-145). M. Merabet soutient une thèse similaire (S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, op. cit., n° 405 s.).

⁵⁰⁹ Des auteurs ont exploré l'idée de contrats se rédigeant de façon autonome à partir d'objectifs généraux définis par les parties (A. J. CASEY et A. NIBLETT, « Self-Driving Contracts », *Journal of Corporation Law*, vol. 43, 2017, p. 100-132 (en ligne : <http://www.ssrn.com/abstract=2927459>)). Partant des exemples de contrats avec auto-détermination du prix (pour certains secteurs de l'assurance, des locations à court terme ou encore du transport VTC), ils imaginent des contrats utilisant des technologies d'intelligence artificielle et des algorithmes d'apprentissage pour remplir les clauses manquantes du contrat suivant les événements qui surviennent.

⁵¹⁰ S. A. KABLAN, *Pour une évolution du droit des contrats : le contrat électronique et les agents intelligents*, op. cit., p. 257 : « il y a en définitive, les agents qui, au sens propre du terme, achètent ou vendent, c'est-à-dire posent l'acte juridique de vente ou d'achat via un échange des consentements ».

⁵¹¹ V. *Id.* p. 276.

programme⁵¹². Ces failles possibles témoignent de l'autonomie relative des agents informatisés dans la prise de décisions⁵¹³. Illustrons les utilisations possibles, qui existent déjà, de ces *smart agents*.

167. Utilisations des agents contractuels informatisés. La conclusion d'un contrat à l'aide d'un agent informatique n'est-elle qu'un fantasme futuriste ou en voit-on déjà des exemples ? Ces « contrats algorithmiques »⁵¹⁴ sont bien une réalité dans certains secteurs de l'économie numérique. C'est par exemple le cas du trading haute fréquence (trading informatisé de produits financiers) où un algorithme exécute un ordre en essayant d'obtenir le meilleur prix possible et très rapidement⁵¹⁵ ; c'est encore le cas de la tarification dynamique où les algorithmes utilisent les informations du marché pour fixer un prix d'achat maximum. Dans ce dernier cas, les algorithmes sont utilisés pour remplir les données manquantes du contrat⁵¹⁶ : le vendeur utilise un algorithme analysant les données du marché et les données relatives à un acheteur potentiel, pour établir un prix à lui proposer, fixant ainsi une offre à prendre ou à laisser selon son profil⁵¹⁷. On retrouve ce type d'algorithme notamment pour la vente et l'achat d'espace publicitaire en ligne, et plus précisément pour les publicités personnalisées⁵¹⁸.

Remarquons que les sites de commerce en ligne utilisent aussi des agents : une fois la commande confirmée par le client, le commerçant n'a rien à faire, la confirmation est automatisée et passe par le biais d'un logiciel. Ce sera encore le cas pour la commande automatique de biens auprès d'un fournisseur lorsque le stock atteint un seuil prédéfini ou encore du logiciel programmé pour fouiller le Web à la recherche d'une offre particulière et manifester une acceptation une fois cette offre trouvée⁵¹⁹.

⁵¹² V. en ce sens, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 365 et L. H. SCHOLZ, « Algorithmic Contracts », *op. cit.*, p. 132.

⁵¹³ V. L. H. SCHOLZ, « Algorithmic Contracts », *op. cit.*, p. 132 ; et parfois, les algorithmes agissant de manière autonome pourraient choisir des stratégies qui équivalent à une fraude ou à des pratiques illégalement discriminatoires.

⁵¹⁴ Selon l'expression de M. Scholz dans son article « Algorithmic Contracts » (L. H. SCHOLZ, « Algorithmic Contracts », *op. cit.*).

⁵¹⁵ T. BONNEAU et T. VERBIEST, *Fintech et droit : quelle régulation pour les nouveaux entrants du secteur bancaire et financier ?*, 2^e éd., RB édition, 2020, p. 91 s.

⁵¹⁶ V. A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.* : l'auteur envisage plusieurs exemples de transactions automatisées, déjà en 2002. Par exemple, une offre de contrat automatiquement ajustée en fonction des particularités d'une personne, par identification du contractant grâce à un programme sur le site du vendeur : les fameux cookies que l'on cherche si souvent à esquiver.

⁵¹⁷ L. H. SCHOLZ, « Algorithmic Contracts », *op. cit.*, p. 141.

⁵¹⁸ H. JACQUEMIN et J.-B. HUBIN, « Aspects contractuels et de responsabilité civile en matière d'intelligence artificielle », *op. cit.*, spéc. p. 100.

⁵¹⁹ A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, sur ces deux exemples.

B. *L'utilisation de smart agents pour la conclusion de smart contracts*

168. Smart contracts et smart agents. Est-il possible d'envisager l'emploi d'un smart agent pour la conclusion d'un smart contract ?⁵²⁰ Une telle association aurait pour effet de pousser l'automatisation du processus contractuel à l'extrême, à commencer par la négociation même des termes contractuels jusqu'à son exécution conforme : serait intelligente non seulement l'exécution du contrat, mais aussi sa formation⁵²¹. Cette hypothèse de smart contracts utilisant des agents informatisés pour la phase de formation du contrat est loin d'être utopique. Des chercheurs relèvent qu'il est tout à fait probable que les smart contracts soient « conclus et exécutés par des intelligences artificielles, mises en relation machine-to-machine, M2M, sans interaction humaine »⁵²² ; bientôt sans doute, on assistera au développement d'un monde en ligne où les smart contracts négocieront entre eux⁵²³.

Pour certains, les smart contracts peuvent être nommés eux-mêmes « *smart agents* », dans la mesure où dès qu'ils sont créés, ils agissent de façon autonome en répondant aux conditions prédéfinies⁵²⁴. Ils peuvent gérer eux-mêmes d'autres smart contracts et participer ainsi à la création d'organisations autonomes décentralisées fonctionnant sur la blockchain⁵²⁵, ou simplement gérer des comptes de crypto-actifs et en suivre leur détention. Pour faciliter le travail des parties contractantes, des smart contracts commencent d'ores et déjà à être développés à l'aide de standards, notamment dans le cadre de la détention de crypto-actifs⁵²⁶.

⁵²⁰ L'hypothèse est étudiée par J. A. T. FAIRFIELD, « Smart Contracts, Bitcoin Bots, and Consumer Protection », *Washington and Lee Law Review Online*, vol. 71, n° 2, 2014, p. 35-50 : l'auteur imagine un agent automatisé pour exprimer la volonté du consommateur et celle-ci soit respectée. V. aussi, R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *North Carolina Banking Institute*, vol. 21, n° 1, 2017, p. 182 : l'auteur évoque le recours à des agents pour conclure les contrats, par exemple des consommateurs qui utilisent des agents d'achat automatisés pour négocier en ligne les transactions avec les vendeurs.

⁵²¹ Des auteurs envisagent ainsi, en se fondant sur les travaux de H. SCHOLZ, que le développement rapide de la technologie blockchain permettra de mettre au point dans un futur proche cette catégorie de smart contracts ; ils agiraient comme des agents informatisés au stade de la formation du contrat, en permettant de trouver des parties contractantes suivant les termes proposés : M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *European Review of Private Law*, vol. 6, 2019, p. 753-772, §11.

⁵²² Chercheurs de l'Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique (INRIA) et du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), auditionnés à l'Assemblée Nationale : *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 36.

⁵²³ Sur cette idée, R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 183.

⁵²⁴ J. STARK, « Making Sense of Blockchain Smart Contracts », *op. cit.*

⁵²⁵ Sur les organisations autonomes décentralisées ou DAO en anglais, v. *infra* §305. Ces DAO qui pourraient être mises en place seraient composées de nombreux smart contracts, fonctionnant sur la blockchain et en tout autonomie. Ces organisations auraient alors la possibilité de conclure des contrats avec des individus ou d'autres machines, l'ensemble constituant tout un écosystème d'agents autonomes. V. A. WRIGHT et P. DE FILIPPI, « Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia », *op. cit.*, p. 17.

⁵²⁶ Par exemple, des smart contracts standards (dits ERC20) ont été créés dans la communauté Ethereum, berceau des smart contracts sur blockchain, afin de permettre l'émission de « tokens » ou jetons en seulement quelques dizaines de lignes de code informatique. Les jetons sont des crypto-actifs qui peuvent se voir assigner toute sorte d'utilité : économique, vote, participation dans une société, consommation ou utilisation d'un service, etc. Grâce à ces standards

Ainsi, l'agent informatisé aurait un rôle clé et serait utilisé pour la phase de négociation et de formation du smart contract, en utilisant et éventuellement adaptant les standards, laissant très peu de travail aux parties contractantes et leur demandant une attention minimale.

169. Une automatisation de la formation du contrat au service de la partie faible. Il est nécessaire d'alerter sur les dangers que représenterait l'utilisation massive de smart contracts permettant de faciliter et d'automatiser la formation et l'exécution du contrat avec des géants de l'économie numérique sans que l'internaute consommateur n'en prenne parfois vraiment conscience. Un risque de déséquilibre accentué au stade de l'exécution serait particulièrement néfaste pour les consommateurs.

Comment redonner du pouvoir aux parties faibles dans une société de consommation fondée sur le contrat d'adhésion et renforcer leur position lors de la formation du contrat ? Le recours à des agents informatisés, indépendants des géants du numérique⁵²⁷, est précisément une solution envisageable selon certains auteurs⁵²⁸. Ainsi, l'utilisateur n'aura plus qu'à donner des indications à son agent quant à la transaction recherchée (ses conditions notamment pour le prix du service ou du bien recherché, les garanties requises, etc.), laissant les agents informatisés dotés d'intelligence artificielle opérer pour son compte dans la négociation du contrat. L'avantage serait aussi de se soustraire à la pression des géants du numérique et à l'inattention classique devant un écran rempli de mentions légales ou conditions générales trop rarement lues, en ayant l'assurance de ne pas être piégé dans un contrat ne correspondant en réalité pas à nos attentes.

Les consommateurs pourraient même négocier des clauses grâce à un agent automatisé (*bot*) qui aurait pour mission d'exprimer la volonté du consommateur et de la faire respecter⁵²⁹,

ERC20, le créateur du smart contract n'a pas besoin d'une grande maîtrise du code informatique et le smart contract agit comme un agent entre l'émetteur des jetons et les détenteurs des jetons, et s'occupe notamment automatiquement de suivre la détention des jetons. V. sur le sujet J. ROHR et A. WRIGHT, « Blockchain-Based Token Sales, Initial Coin Offerings, and the Democratization of Public Capital Markets », *Cardozo Legal Studies Research Paper N°527*, 4 octobre 2017, p. 474-475 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3048104>).

⁵²⁷ Si ces agents ne sont pas programmés par de grandes entreprises, qui les programmera ? C'est tout l'enjeu pour permettre aux consommateurs de recourir à des programmes indépendants, servant leurs besoins et non pas ceux d'un cocontractant fort. Le développement de tels agents informatisés indépendants par une communauté de programmeurs serait un bon point de départ.

⁵²⁸ V. sur le sujet : J. A. T. FAIRFIELD, « Smart Contracts, Bitcoin Bots, and Consumer Protection », *op. cit.*, p. 44 s. ; R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 182-183 ; M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *op. cit.*, n° 11.

⁵²⁹ J. A. T. FAIRFIELD, « Smart Contracts, Bitcoin Bots, and Consumer Protection », *op. cit.* L'auteur fait le parallèle avec la procédure d'enchère programmée à un certain prix sur ebay, mais en généralisant le système à l'échelle d'internet. Selon lui, ce qu'il faut, c'est un format dans lequel les consommateurs peuvent exprimer leurs préférences à des agents automatisés et s'attendre ensuite à ce que leurs préférences soient respectées (passage original : « *What is needed is a format in which consumers can express their preferences to automated agents (often termed "bots" or "robots," despite the agents' lack of physicality), and then expect their preferences to be enforced* »).

auprès du cocontractant fort – ou de l’agent automatisé de celui-ci⁵³⁰. En définitive, utilisés de pair avec des *smart agents*, les smart contracts apparaissent comme un moyen de rétablir l’équilibre contractuel dans les contrats du quotidien. Cette fusion de deux innovations technologiques est particulièrement intéressante en ce qu’elle pourrait bouleverser la pratique contractuelle contemporaine dans un sens favorable à l’équilibre des parties au contrat. Eu égard à la vitesse de développement des innovations technologiques récentes, une telle possibilité pourrait bien voir le jour dans les prochaines décennies.

170. Conclusion de la section. Les objets connectés apparaissent comme un complément très adapté aux smart contracts afin de faciliter l’exécution automatique, grâce au lien qu’ils permettent d’établir entre des objets du monde physique et la blockchain concernée. Les objets connectés peuvent en effet indiquer aux smart contracts que des conditions sont remplies, permettant alors de déclencher l’exécution automatique des actions programmées. Par ailleurs, les smart contracts pourraient être utilisés comme contrats d’exécution déclenchés par l’utilisation d’un objet connecté du quotidien, conformément aux dispositions d’un contrat cadre.

Pour aller plus loin, une utilisation de « *smart agents* » est envisageable pour contribuer à la formation de smart contracts. Le développement des agents automatisés pourrait alors participer à donner aux parties à la transaction une certaine émancipation en véhiculant leur volonté de façon informatique et autonome en amont de la conclusion du smart contract, voire pour remplir automatiquement les données d’un smart contract standardisé. L’automatisation dans la formation du contrat, si elle s’accompagne d’une ouverture à la négociation des clauses contractuelles par agents informatisés interposés et indépendants, s’annonce libératrice pour le contractant partie faible, habituellement contraint de signer des contrats d’adhésion. Si le processus de négociation et de formation du contrat peut être automatisé grâce à des outils informatiques et d’intelligence artificielle, alors le contrat pourrait retrouver un équilibre.

171. Conclusion du chapitre. Contrats conclus par voie électronique, contrats informatisables, objets connectés, smart agents... nombreuses sont les innovations récentes qui s’insèrent dans le même contexte techno-contractuel que les smart contracts. Certaines ont pu préparer la voie pour l’adoption des smart contracts, comme l’EDI ou les contrats conclus par

⁵³⁰ R. O’SHEILDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 182-183 (passage original : “Potentially, consumers could benefit from more parity in bargaining power with corporations in negotiating business terms for online transactions. In this scenario, consumers may be able to use automated purchasing agents to negotiate online transactions with vendors, which also may be using automated agents of their own »).

voie électronique ; d'autres, comme les contrats informatisables semblent davantage ressortir du futur proche et pourraient inspirer l'évolution des smart contracts, notamment vers une figure de contrat amélioré alliant dans un instrument unique l'accord juridique et l'exécution automatique. Enfin, les applications de l'intelligence artificielle sont surtout des alliées utiles des smart contracts, pour favoriser l'automatisation de leur exécution et même peut-être, prochainement, de leur conclusion.

CONCLUSION DU TITRE PRELIMINAIRE

172. Les innovations techno-contractuelles foisonnent à l'ère numérique et les smart contracts apparaissent être un outil synthétisant les avancées récentes et ouvrant une perspective d'utilisation très intéressante au service des contrats. Déployés sur une blockchain, ils permettent une exécution automatique des actions programmées dès lors que les conditions prévues sont remplies.

Ainsi, les smart contracts automatisent l'exécution des engagements contractuels par le biais du code informatique. En cela, ils facilitent le recours au contrat, nourrissant la tendance à la contractualisation de la société. Pour certains, ils contribuent à une certaine déshumanisation de la relation contractuelle. Ils répondent aussi aux aspirations contemporaines à un contrat immédiat et presque imperceptible. Mais les smart contracts ne sont pas que cela. En proposant une automatisation plus poussée et en s'alliant à d'autres innovations techno-contractuelles, les smart contracts pourraient favoriser le développement d'une pratique contractuelle plus saine, plus émancipée pour les parties faibles. L'utilisation des smart contracts pourrait en effet être favorisée à l'avenir par l'adjonction de technologies contractuelles contemporaines. Le contrat était déjà très souvent conclu par voie électronique ; désormais, l'utilisation de l'intelligence artificielle, notamment pour la formation des contrats, en sus de l'automatisation de l'exécution grâce aux smart contracts et aux objets connectés, dessinent un nouvel horizon contractuel.

Si certaines limites à l'automatisation totale sont d'ores et déjà perceptibles, notamment en raison du recours indispensable à l'oracle pour renseigner la satisfaction des conditions prédéfinies, il apparaît toutefois que l'instrument pourrait nettement enrichir la pratique contractuelle et le droit des contrats. Il faut désormais établir si une utilisation contractuelle des smart contracts est véritablement possible, au regard de leurs caractéristiques très spécifiques.

TITRE I – LA POSSIBILITE D’UNE UTILISATION CONTRACTUELLE DES SMART CONTRACTS

173. De l’utopie à la réalité. Recourir aux smart contracts pour former et exécuter des contrats, voilà de quoi notre lendemain contractuel pourrait être fait. Les smart contracts sont un outil techno-contractuel attirant, annonçant une exécution automatique et irrésistible des engagements des parties par le biais du code informatique. Fini le contentieux de l’inexécution, finie la mauvaise volonté ou la mauvaise foi d’un contractant... le code informatique s’exécute uniquement tel qu’il a été programmé, sans aléa. Le recours aux smart contracts en droit des contrats apparaît alors très bénéfique selon cette présentation idéaliste.

Toutefois, dès que l’on s’interroge sur la possibilité de recourir aux smart contracts au service des contrats, voire pour former des contrats, des obstacles techniques surgissent et chassent l’utopie d’une exécution irrésistible et d’une fin du contentieux de l’inexécution. L’erreur de programmation est loin d’être rare, tandis que la traduction des clauses d’un contrat classique en des actions programmées informatiquement relève d’une compétence élevée. Par ailleurs, le recours à la blockchain immuable et pseudonyme peut être source de difficultés importantes au regard des exigences classiques du droit des contrats. En réalité, de nombreux obstacles techniques pourraient empêcher d’atteindre l’idéal annoncé d’une exécution sans faille et mettent en question la possibilité même du recours aux smart contracts au service des contrats.

174. Identification des obstacles. Ces obstacles sont identifiables à partir des deux grandes caractéristiques techniques des smart contracts. Ceux-ci sont rédigés en code informatique puis déployés sur une blockchain pour y être exécutés. Les obstacles au bon fonctionnement des smart contracts ou à l’utilisation contractuelle des smart contracts peuvent donc résulter tant des caractéristiques de la blockchain (Chapitre 1) que de l’utilisation du code informatique (Chapitre 2).

Chapitre 1 – Les obstacles relatifs aux caractéristiques de la blockchain

Chapitre 2 – Les obstacles relatifs à l’utilisation du code informatique

Chapitre 1 – Les obstacles relatifs aux caractéristiques de la blockchain

175. En matière contractuelle, des difficultés peuvent survenir lors de la formation des contrats ou lors de leur exécution. C'est donc sous le prisme de cette dichotomie de la vie du contrat que les obstacles relatifs aux caractéristiques de la blockchain seront étudiés. Qu'il s'agisse de l'immutabilité des blockchains, du pseudonymat souvent utilisé, ou encore de leur imperméabilité au monde extérieur et de l'impossibilité d'arrêter le cours des transactions, les caractéristiques propres aux blockchains semblent parfois se dresser dans la voie d'une utilisation contractuelle des smart contracts en empêchant d'appliquer ou de vérifier des règles classiques. Il s'agit à ce stade de comprendre comment l'utilisation de la blockchain peut empêcher ou gêner la bonne application du droit des contrats au stade de la formation du contrat (Section 1) et au stade de l'exécution du contrat (Section 2).

Section 1 – La formation du contrat et la blockchain

Section 2 – L'exécution du contrat et la blockchain

Section 1 – La formation du contrat et la blockchain

176. Caractéristiques de la blockchain et droit des contrats. Rappelons-le, une blockchain publique classique, telle qu'Ethereum, support de smart contracts, a un certain nombre de caractéristiques qui dénotent par rapport à des sites internet marchands sur lesquels chacun effectue très fréquemment des transactions de commerce électronique (sites de e-commerce). La blockchain est transparente, pseudonyme, distribuée, immuable, autonome, fiable, là où, à l'inverse, un site internet requiert l'identité des parties contractantes et conserve la confidentialité des transactions, est construit suivant une architecture informatique propre et où seul le propriétaire du site dispose d'un accès d'écriture et de modification des règles posées.

Ainsi, la formation du smart contract n'intervient pas du tout dans le même cadre informatique et technique... à commencer par l'identité des parties : dévoilée sur des sites classiques, l'identité semble disparaître au profit d'un « pseudonymat » sur les blockchains publiques, comme revers de la transparence des transactions passées sur ce registre. Comment assigner une partie à un smart contract, ou vérifier sa capacité, si l'on ne connaît pas son identité ? Ces questions liées à l'identité des parties pourraient constituer un véritable obstacle pour une utilisation contractuelle des smart contracts (I). Par ailleurs, l'immuabilité de la blockchain, gage de sa fiabilité, rend impossible toute modification de ses inscriptions. Alors, un smart contract déployé sur une blockchain sera impossible à modifier. Si l'on entend utiliser des smart contracts pour former des contrats, cette caractéristique doit être anticipée par les parties, dont la volonté sera figée au jour du déploiement du smart contract (II).

I. L'identité des parties sur la blockchain

177. La transparence et le pseudonymat, caractéristiques de la blockchain. C'est le grand atout annoncé de toute blockchain publique : la transparence. Associée à l'immuabilité assurée par la cryptographie, elles font de la blockchain un socle solide et fiable pour mener des transactions⁵³¹. Toutes les transactions sont visibles par les utilisateurs du réseau, offrant ainsi la certitude que les données sont intactes et authentiques, exemptes de manipulation.

Le revers de la médaille est l'indispensable pseudonymat des parties : on ne saurait dévoiler l'identité des parties aux transactions visibles par tous (A). Cet obstacle technique a des conséquences juridiques non négligeables, en particulier quant à l'absence d'identification des parties, et conduit à s'interroger sur la portée de ce pseudonymat (B).

⁵³¹ V. *supra*, §81.

A. L'obstacle technique : la transparence et le pseudonymat

178. La transparence. Une fois ajoutées dans les blocs validés d'une blockchain, les transactions envoyées aux participants du réseau sont visibles par tous les autres participants⁵³². Il existe ainsi une trace de toute transaction validée et inscrite sur une blockchain publique⁵³³, ce qui contribue à augmenter la vérifiabilité et la confiance. Dans une blockchain publique, le principe est l'accès de tous à toutes les informations inscrites dans la blockchain. S'il ne s'agit certes que de lignes de code, il est toutefois possible de lire les données des transactions – par exemple, un montant X d'actifs numériques a été transféré de l'adresse publique A à l'adresse publique B. Une transaction peut aussi renvoyer à un smart contract, dont le contenu sera ainsi visible et vérifiable par tous. Enfin, une transaction peut aussi contenir des données en clair, un message lisible par tous⁵³⁴.

179. Les enjeux de la transparence. Des questions se posent quant à la confidentialité de ces informations : pour une transaction sensible, les parties ne choisiront sans doute pas un enregistrement et une traçabilité aussi publiques et transparents que ceux d'une blockchain publique. Cette transparence de la blockchain pourrait alors être un argument contre l'attractivité de cette technologie, pour ceux qui souhaitent que leurs transactions restent très privées. À l'inverse, pour des transactions banales, du quotidien, conclues entre un particulier et un commerçant, peu importe cette transparence ; au contraire, celle-ci peut apparaître comme une force, en donnant la certitude à la partie faible, le consommateur, que la partie forte, l'entreprise commerçante, ne peut pas modifier les termes de l'accord ou refuser d'exécuter une

⁵³² Le mécanisme est expliqué dans le document introductif de la blockchain Bitcoin (S. NAKAMOTO, « Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System », 31 octobre 2008, *op. cit.*) : la confidentialité des transactions est maintenue alors que tout le monde peut lire le registre, grâce à l'anonymat des clés publiques utilisées. « 10. Privacy. The traditional banking model achieves a level of privacy by limiting access to information to the parties involved and the trusted third party. The necessity to announce all transactions publicly precludes this method, but privacy can still be maintained by breaking the flow of information in another place: by keeping public keys anonymous. The public can see that someone is sending an amount to someone else, but without information linking the transaction to anyone. » (Nous traduisons : 10. Confidentialité. Le modèle bancaire traditionnel atteint un certain niveau de confidentialité en limitant l'accès aux informations aux parties concernées et au tiers de confiance. La nécessité d'annoncer publiquement toutes les transactions exclut cette méthode, mais la confidentialité peut être maintenue en interrompant le flux d'informations à un autre endroit : en gardant les clés publiques anonymes. Le public peut voir que quelqu'un envoie un montant à quelqu'un d'autre, mais sans information reliant la transaction à qui que ce soit).

⁵³³ L'affirmation ne vaut que pour les blockchains publiques ; dans les blockchains privées ou de consortium, le contenu des blocs peut être crypté : il est possible de prévoir des niveaux de transparence différents d'une blockchain à une autre, et de donner des permissions de lecture différentes selon les participants.

⁵³⁴ Sur la typologie des données présentes dans la blockchain, v. A. BARBET-MASSIN, *Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain*, th. Lille, 2020, n° 138 s. L'auteur distingue les données hachées (données existant avant la transaction dont l'empreinte numérique obtenue par hachage cryptographique est ajoutée dans la transaction sur la blockchain), les données en clair (dates de transaction et données ajoutées), ou encore les données signées et les données datées.

partie de la transaction. Dès lors que toute écriture est visible et vérifiable, aucune supercherie n'est envisageable.

180. Le maintien de la confidentialité grâce au pseudonymat : l'absence d'identification directe des parties. Pour autant, si le contenu des transactions est visible par tous, une confidentialité est maintenue grâce au pseudonymat propre au fonctionnement même de la blockchain⁵³⁵. Notons que le pseudonymat n'est pas une notion juridique, pas plus que l'anonymat⁵³⁶. Un auteur définit l'anonymat comme « l'absence d'identification d'une personne dans le cadre d'une activité matérielle ou juridique donnée »⁵³⁷. Par analogie, on peut définir le pseudonymat comme l'identification indirecte et masquée d'une personne agissant sous une identification d'emprunt dans le cadre d'une activité matérielle ou juridique donnée.

En effet, sur les blockchains publiques, il n'est pas possible d'identifier directement les parties à la transaction, mais certains éléments permettent un rattachement⁵³⁸. Ainsi, chaque auteur d'une transaction sera indirectement identifié par son adresse publique (aussi nommée clé publique) constituée d'une suite de caractères alphanumériques⁵³⁹. C'est pourquoi la blockchain n'est pas anonyme mais pseudonyme⁵⁴⁰ : la traçabilité des opérations est totale mais l'identité des participants n'est pas connue s'ils ne souhaitent pas la dévoiler. Cette règle s'applique à tout smart contract déployé sur une blockchain publique, puisqu'il est traité comme une transaction à part entière : le code informatique est accessible, mais l'identité des parties reste cachée.

Ici, le pseudonymat n'est pas choisi, par exemple pour se créer une nouvelle identité en ligne, mais est imposé comme règle de fonctionnement du protocole distribué : on est loin du « nom de fantaisie, librement choisi par une personne physique dans l'exercice d'une activité particulière (...) afin de dissimuler au public son nom véritable »⁵⁴¹. Le pseudonyme unique

⁵³⁵ V. *supra*, §72.

⁵³⁶ Sur ce point, v. J.-C. SAINT-PAU, *L'anonymat et le droit*, th. Bordeaux, 1998, n° 9 s.

⁵³⁷ *Ibid.*, n° 11.

⁵³⁸ V. d'ailleurs l'analyse de la CNIL sur le sujet des données à caractère personnel contenues sur la blockchain : *Premiers éléments d'analyse de la CNIL - Blockchain*, CNIL, 2018. La CNIL estime (p. 7 du rapport) que les clés publiques, qui constituent des identifiants des mineurs et des participants, sont des données à caractère personnel.

⁵³⁹ Pour un rappel sur la cryptographie asymétrique, v. *supra*, §65.

⁵⁴⁰ Pour plus de détails sur la distinction, v. les développements de A. BARBET-MASSIN, *Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain*, *op. cit.*, n° 299 s.

⁵⁴¹ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, 14^e éd., PUF, 2022, V° « Pseudonyme ». Le recours au pseudonyme est très courant en ligne : sur les blogs, sur les forums de discussion et sur les réseaux sociaux, les internautes interagissent le plus souvent derrière un pseudonyme. Certains y voient une nouvelle forme d'anonymat, dans un web démocratique où l'internaute devient acteur (J.-M. BRUGUIERE, « Blogs, forums de discussion, réseaux sociaux... les nouveaux visages de l'anonymat », in *L'identité, un singulier au pluriel*, B. Mallet-Bricout, T. Favario et F. Bellivier (dir.), Dalloz, 2015, n°s 4-6). Le pseudonyme lui confère une sorte d'anonymat qui assure sa liberté de communication électronique, puisqu'il s'agit de construire un nouveau personnage et de cacher une identité réelle (n° 11).

conféré à chaque individu est créé cryptographiquement. Le parallèle avec l'IBAN⁵⁴² fourni par une banque pour désigner le compte bancaire d'une personne permet de mieux saisir l'acception contemporaine et numérique de l'adjectif pseudonyme utilisée ici, où une suite de caractères alphanumériques permet d'identifier l'auteur ou le destinataire de la transaction. C'est la signature cryptographique des parties à la transaction qui permet de les identifier – ou l'adresse publique du destinataire et la signature de l'émetteur lorsque la transaction est unilatérale – et ces éléments seulement.

181. L'identité cryptographique. On assiste à l'émergence de ce que l'on pourrait appeler une « identité cryptographique », à la fois sécurisée et très simplifiée par rapport à l'identité civile classique, et éventuellement dissociée de l'identité physique de la personne. En effet, l'identité civile est « [l']ensemble des éléments qui, aux termes de la loi, concourent à l'identification d'une personne physique (dans la société, au regard de l'état civil) : nom, prénom, date de naissance, filiation, etc. » tandis que l'identité physique est « l'identité corporelle, naturelle de chaque individu, celle qui fait qu'un être humain existe comme être unique et ne se confond avec aucun autre »⁵⁴³. L'identité cryptographique est bien distincte de l'identité civile comme de l'identité physique. Elle n'est pas non plus l'identité numérique d'un individu, qui peut être composée de son adresse IP et des traces laissées sur le net en raison de sa navigation sur des sites internet, ou encore d'éléments de communication volontaire sur les réseaux sociaux, un blog, un forum...⁵⁴⁴. Pour autant, l'identité cryptographique participe de l'identité⁵⁴⁵ de l'utilisateur.

Avec la blockchain, l'identité est appréhendée de façon toute autre : il ne s'agit pas d'identité sociale, de personnalité, d'un profil, ce vers quoi tend davantage l'identité numérique ; il s'agit seulement de sécuriser un accès unique et l'expression d'un consentement à une transaction grâce à des outils cryptographiques. L'identité se résume alors à un élément

⁵⁴² « L'International Bank Account Number, généralement nommé sous l'acronyme IBAN, est un système international de numérotation de comptes bancaires complémentaire du BIC, acronyme de *Business Identifier Code*, du réseau Swift » (https://fr.wikipedia.org/wiki/International_Bank_Account_Number).

⁵⁴³ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique, op. cit.*, V° « Identité ».

⁵⁴⁴ J. ROCHFELD, « Droit à l'"oubli numérique" et construction de soi », in *L'identité, un singulier au pluriel*, B. Mallet-Bricout, T. Favario et F. Bellivier (dir.), Dalloz, 2015, n° 4 : la dimension numérique de l'identité comprend plusieurs strates d'éléments, en particulier le soi de passage ou de navigation et le soi d'expression ou de contenus. V. aussi, *Blockchain and Digital Identity*, The European Union Blockchain Observatory and Forum, 2019, p. 12 : « *When we think of digital identity we therefore need to see it not as a single thing. It is rather the sum total of all the attributes that exist about us in the digital realm, a constantly growing and evolving collection of data points.* » (Nous traduisons : « Lorsque nous pensons à l'identité numérique, nous devons donc la considérer non pas comme une chose unique. Il s'agit plutôt de la somme totale de tous les attributs qui existent à notre sujet dans le monde numérique, une collection de points de données en constante augmentation et évolution »).

⁵⁴⁵ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique, op. cit.*, V° « Identité » : « pour une personne physique : ce qui fait qu'une personne est elle-même et non une autre ; par ext., ce qui permet de la reconnaître et de la distinguer des autres. (...) »

unique et n'est plus composée d'une somme d'éléments identifiants l'individu. Ce pseudonymat, qui permet aux parties aux transactions de s'abriter derrière une identité cryptographique, n'est toutefois pas absolu. Sa portée doit être relativisée.

B. La portée du pseudonymat

182. Si l'absence d'identification peut être source de difficultés importantes pour l'application des règles de droit positif aux smart contracts, il faut avant tout s'interroger sur la portée de ce pseudonymat. L'interrogation est à la fois juridique et pratique. Comment réagit le droit face au pseudonymat ? La situation fait écho à celle de l'anonymat et pourrait être résolue de manière similaire (1). Le pseudonymat a-t-il vocation à concerner toutes les transactions sur une blockchain ou peut-il être déjoué, de manière spontanée ou forcée ? La question de la portée du pseudonymat en pratique permettra également d'apporter des solutions (2)

1) La portée du pseudonymat en droit

183. Le droit face à l'anonymat. Face à un contractant dont l'identité est cachée, comment réagit le droit ? Étant donné que le seul élément d'identification est une adresse publique cryptographique, ne permettant pas en tant que telle de déterminer l'identité du contractant, on peut raisonner par analogie avec l'anonymat. L'anonymat, c'est « l'absence d'identification d'une personne dans le cadre d'une activité matérielle ou juridique donnée »⁵⁴⁶.

Cette composante de la liberté individuelle s'accorde cependant mal avec la société contemporaine qui impose toujours plus d'exigences d'identification des contractants, qu'il s'agisse des actes notariés, des usages bancaires⁵⁴⁷ et depuis plusieurs années, de la lutte contre le blanchiment d'argent et le financement du terrorisme⁵⁴⁸. L'identification des parties est vue comme un gage de sécurité, notamment pour le développement de l'économie numérique⁵⁴⁹, mais aussi de confiance⁵⁵⁰. En contrepartie, le droit au respect de la vie privée connaît un essor

⁵⁴⁶ J.-C. SAINT-PAU, *L'anonymat et le droit*, *op. cit.*, n° 11.

⁵⁴⁷ *Ibid.*, n° 294 s. L'auteur rappelle (n° 321) que l'usage d'une carte bancaire induit une identification par définition puisque l'instrument de paiement est nominatif. Il existe une présomption d'identification du donneur d'ordre par tabulation du code confidentiel ou par communication du numéro apparent.

⁵⁴⁸ La loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique, dite « Sapin 2 », impose de connaître l'identité des participants et l'origine des fonds pour les transactions bancaires et financières.

⁵⁴⁹ G. DESGENS-PASANAU et E. FREYSSINET, *L'identité à l'ère numérique*, Dalloz, 2009, p. 12.

⁵⁵⁰ J.-F. RENUCCI, « L'identité du cocontractant », *RTD com.*, 1993, p. 441 : l'auteur souligne que l'identité est un élément de la confiance réciproque entre les cocontractants ; or, selon lui, « la confiance que l'un des contractants fait à l'autre est le fondement de cette force obligatoire » du contrat.

important, et l'on en vient à réclamer une maîtrise individuelle des données à caractère personnel⁵⁵¹ notamment pour tenter de contrôler son identité numérique⁵⁵², par exemple en invoquant un droit à l'oubli numérique. On mesure le paradoxe lié à l'identité à l'ère numérique, entre liberté et sécurité. Mais l'opposition était jusque-là résolue de façon schématique : liberté et anonymat pour les aspects non patrimoniaux, sécurité et identification pour les transactions.

184. La signature en droit positif : l'identification de l'auteur de l'acte ? La signature est un « signe apposé par une personne sur un acte » afin de « l'identifier et révéler son intention d'en assumer les effets »⁵⁵³ : la signature aurait donc principalement une fonction d'identification de son auteur et de manifestation du consentement. C'est ce que rappelle la définition retenue en droit positif : « la signature nécessaire à la perfection d'un acte juridique identifie son auteur. Elle manifeste son consentement aux obligations qui découlent de cet acte »⁵⁵⁴.

Le rôle de la signature semble en réalité cantonné au domaine probatoire, puisqu'elle est nécessaire à la perfection de l'acte juridique⁵⁵⁵ sans être exigée pour sa validité⁵⁵⁶. Et en pratique, la signature apparaît souvent bien insuffisante pour identifier en tant que telle, intrinsèquement, l'auteur de l'acte : il a été remarqué combien les signatures peuvent être instables et illisibles en pratique⁵⁵⁷. Ce serait alors surtout la fonction d'approbation du contenu de l'acte que remplirait la signature manuscrite. Elle ne se heurte dès lors pas à la possibilité de recourir à l'anonymat en droit positif, même en quittant le domaine de la vie privée ou de la liberté d'expression⁵⁵⁸.

⁵⁵¹ C'est l'objet du règlement général sur la protection des données ou RGPD (Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016, relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données) et des missions de la CNIL en France.

⁵⁵² J. ROCHFELD, « Droit à l'"oubli numérique" et construction de soi », *op. cit.*, n° 5.

⁵⁵³ M. JAOUEN, « Signature », in *Dictionnaire du contrat*, D. Mazeaud, R. Boffa et N. Blanc (dir.), LGDJ, 2018. L'auteur rappelle que si la signature n'est pas une condition de validité des actes juridiques, elle est essentielle en ce qu'elle permet d'identifier l'auteur de l'acte et son intention d'en assumer les effets. La signature remplit une triple fonction : identification du signataire ; consentement du signataire aux obligations découlant de l'acte signé ; perfection de l'acte et utilité probatoire.

⁵⁵⁴ Article 1367 du code civil, (ancien article 1316-4, inséré par la loi du 13 mars 2000 portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l'information et relative à la signature électronique).

⁵⁵⁵ Dès lors, en l'absence de signature, l'écrit est seulement imparfait, et peut constituer par exemple un commencement de preuve par écrit. v. F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Introduction à l'étude du droit*, *op. cit.*, n° 409 s. : à côté des procédés de preuve parfaits que sont l'écrit (acte authentique ou sous seing privé), l'aveu et le serment, on trouve les procédés de preuve imparfaits. L'écrit suppose la signature manuscrite des parties pour être un procédé de preuve parfait (n° 415). À défaut, il ne s'agit pas d'un écrit sous seing privé et ne peut être pris en compte que comme commencement de preuve par écrit par le juge (n° 421).

⁵⁵⁶ Toutefois, il faut relever que le formalisme est de plus en plus présent et dans ce cadre, l'écrit est requis à titre de validité et n'est valide qu'avec la signature des parties : celles-ci sont alors dûment identifiées. J.-C. SAINT-PAU, *L'anonymat et le droit*, *op. cit.*, n° 262.

⁵⁵⁷ D. LAMETHE, « Réflexions sur la signature », *Gaz. Pal.* 1976.I.74.

⁵⁵⁸ Il apparaît possible de ne pas identifier nécessairement les parties au contrat et de préserver leur anonymat tout en respectant les exigences du droit français. Et les exemples ne manquent pas : validité de l'offre à personne indéterminée ;

185. Blockchain et absence d'identification directe. Avec la blockchain, l'identification des contractants n'est plus nécessaire pour assurer que les transactions seront exécutées⁵⁵⁹. L'utilisation du protocole distribué permet d'assurer l'exécution automatique et déterministe. L'identification cryptographique assure une manifestation de la volonté de procéder à la transaction et d'éviter toute transaction faussée ou manipulée. La fonction d'approbation du contenu de l'acte apparaît ici remplie de la même manière que pour la signature manuscrite, tandis que le pseudonymat envahit la sphère des transactions économiques. Le pseudonymat pousse à un degré supérieur l'absence d'identification des parties, puisqu'ici sont en principe concernées toutes les transactions menées sur une blockchain publique. Cette caractéristique technique répond précisément à la recherche de protection de la vie privée entendue largement (*privacy*), grande quête des crypto-anarchistes qui souhaitent soustraire leur liberté d'expression et leurs transactions à la surveillance des États et des institutions⁵⁶⁰.

186. Pseudonymat et contentieux : une impasse. Si un problème se présente lors de l'exécution du contrat, comment faire face à un cocontractant dont on ne connaît que la clé publique ? Le droit aura, il faut le reconnaître, du mal à s'appliquer. À moins de réussir à retrouver l'identité du participant⁵⁶¹, le contentieux risque d'être voué à l'échec⁵⁶². Et lorsque l'on ignore le domicile et la nationalité de la partie débitrice, les problèmes se multiplient. Droit spécial de la consommation ou droit commercial, loi française ou loi étrangère, tribunal du défendeur ou du lieu d'exécution d'obligation sont autant de questions *a priori* irrésolubles quant à la détermination du droit applicable. La validité même du contrat sera interrogée : le contractant était-il capable de conclure le contrat ? Ou était-ce un mineur ? En définitive, dans

société anonyme qui ne révèle pas le nom de ses actionnaires voire qui n'en connaît pas l'identité (J.-C. SAINT-PAU, *L'anonymat et le droit*, *op. cit.*). L'auteur souligne tout de même que la condition de capacité des contractants doit toujours être respectée : les contractants doivent avoir la pleine personnalité juridique. Cette condition rejoint ici la validité des contrats.

⁵⁵⁹ À la différence du paiement en espèces, où l'anonymat était déjà possible, puisqu'aucun élément d'identification n'est demandé (*Ibid.*, n° 300), mais réduit aux cas où l'exécution est immédiate et palpable et imposent la présence simultanée des parties, les transactions sur blockchain sont immatérielles et peuvent être effectuées à distance, tout en certifiant que le paiement aura lieu puisque les fonds sont informatiquement sécurisés.

⁵⁶⁰ V. *supra*, §53.

⁵⁶¹ V. *infra*, sur les possibilités de déjouer le pseudonymat, §188.

⁵⁶² À commencer par l'impossibilité d'assigner son cocontractant, l'assignation par voie d'huissier étant nulle faute d'indiquer les nom et adresse du défendeur, par combinaison des articles 56 et 648 du code de procédure civile (v. *infra*, §677 sur l'épineuse saisine du juge). En pratique, en raison de l'absence d'identification, les parties au smart contract ne se connaîtront le plus souvent pas et n'auront pas de moyen de connaître la véritable identité de leur cocontractant. V. en ce sens, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 332 : “because blockchains run on a distributed network of independent nodes, with no central control point, a litigant seeking to enjoin performance of a smart contract has no one to sue” (nous traduisons : Parce que les blockchains fonctionnent sur un réseau distribué de nœuds indépendants, sans point de contrôle central, une partie qui cherche à enjoindre l'exécution d'un smart contract n'a personne à assigner en justice).

certains cas, l'absence d'identification directe de la partie à la transaction se révélera source de nombreuses difficultés au stade contentieux et il conviendra d'en tirer les conséquences.

2) *La portée du pseudonymat en pratique*

187. La fréquente révélation volontaire de l'identité. En pratique, les transactions sont-elles si souvent couvertes par ce pseudonymat ? Dans de nombreuses situations, les parties chercheront à se prémunir des incertitudes liées à l'absence d'identification. Pour les parties qui refusent tout aléa lié à ce pseudonymat caractéristique des blockchains publiques, de deux choses l'une : soit elles refuseront l'utilisation d'une blockchain publique, préférant rester en dehors de toute blockchain ou bien utiliser un protocole privé, où l'identification de chacun des participants est de mise ; soit elles choisiront de conclure un contrat classique, identifiant classiquement les parties, puis de l'exécuter *via* un smart contract sur une blockchain publique. Tel sera sans doute le cas de toute relation contractuelle impliquant un commerçant ou plus largement un professionnel, afin de préserver la possibilité d'un recours contentieux.

Le problème d'absence d'identification sera ainsi résolu en amont pour certains smart contracts puisque l'obstacle de la transparence et du pseudonymat disparaît grâce à la révélation volontaire de l'identité. Plus précisément, la transaction reste bien pseudonyme dans la blockchain, mais l'identité des parties est dévoilée entre elles afin de conférer une sécurité juridique accrue à leur relation contractuelle. La spécificité de la blockchain ne ressort alors qu'au stade de l'exécution du contrat. En l'absence de révélation volontaire en revanche, les parties ne se connaîtront pas et le pseudonymat sera conservé.

188. Déjouer le pseudonymat. Dans ces cas où les transactions sont véritablement pseudonymes, les parties n'ayant pas décidé de dévoiler leur identité, est-il possible de surmonter l'obstacle technique du pseudonymat et de retrouver la véritable identité du participant au réseau ? Il apparaît que plusieurs outils permettraient de retrouver l'identification des participants au réseau, de façon forcée et non spontanée cette fois. Déjà, l'entrée dans une blockchain peut se faire par le biais d'une plateforme de service d'actifs numériques, qui aura l'obligation en amont de collecter des données permettant d'identifier les clients⁵⁶³. Ensuite, il existe des « explorateurs traçant des adresses publiques » permettant de suivre l'historique des

⁵⁶³ En application des mesures de KYC (*Know Your Customer*) dans le cadre de la lutte contre le blanchiment d'argent et le financement du terrorisme. L'obligation pour les prestataires de services d'actifs numériques de se conformer à la législation Sapin II a été insérée à l'article L.561-2, 7° bis du code monétaire et financier.

transactions d'une blockchain et de croiser les transactions d'une adresse publique donnée⁵⁶⁴ afin de retrouver l'identité de l'auteur des transactions pistées.

Ces outils permettant de forcer le pseudonymat pour dévoiler l'identité des parties à une transaction nous semblent être devoir utilisés seulement en matière de purs transferts d'actifs numériques pour l'heure, au service des impératifs de lutte contre le blanchiment d'argent et de financement du terrorisme : il s'agit là de cas d'exception. Pour toutes les autres transactions et en règle générale, il semble que le pseudonymat ait vocation à être maintenu lorsqu'il n'est pas spontanément levé par les parties. Des conséquences devront être tirées au stade du régime et des recommandations formulées quant à l'utilisation des smart contracts. Les parties pourraient en effet avoir tout intérêt à se ménager une possibilité de recours contentieux, eu égard aux difficultés qui peuvent naître dans l'utilisation des smart contracts et notamment à l'impossibilité de modifier le contrat sur la blockchain.

II. L'impossibilité de modifier le contrat sur la blockchain

189. Si une utilisation contractuelle des smart contracts est envisagée, une caractéristique essentielle de la blockchain doit être prise en compte au stade de la formation du contrat : son immuabilité. Toute donnée entrée sur la blockchain est inaltérable une fois enregistrée, et il en sera donc de même pour le code d'un smart contract qui est déployé sur une blockchain. Cette immuabilité, rendue possible par la cryptographie, peut représenter un obstacle ou un frein pour les parties (A). L'analyse juridique de l'immuabilité permettra de déterminer les précautions à prendre dès la rédaction du smart contract (B).

A. L'obstacle technique : l'immuabilité cryptographique

190. L'immuabilité des transactions inscrites sur la blockchain. Il faut rappeler que les transactions sont regroupées par bloc, puis que chaque bloc est validé afin d'être ajouté à la chaîne de blocs existants. Or, chaque bloc est lié au précédent par chaînage cryptographique⁵⁶⁵. Prenons l'exemple de la chaîne suivante : bloc 100 ; bloc 101 ; bloc 102 etc. Le chaînage cryptographique signifie que le bloc 101 contient l'en-tête du bloc 100 ; le bloc 102 contient l'en-tête du bloc 101, qui contient donc la mention cryptographique de tous les blocs qui précèdent (100, 99, 98...). Cette traçabilité, liée à la transparence de la blockchain, permet de

⁵⁶⁴ A. BARBET-MASSIN, *Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain*, op. cit., n° 304.

⁵⁶⁵ Sur le chaînage cryptographique, v. *supra*, §67.

s'assurer que ces mentions sont toujours vraies et a pour conséquence l'immutabilité des transactions validées, caractéristique essentielle et cruciale pour toute blockchain publique⁵⁶⁶ : aucune information inscrite ne peut être effacée ni manipulée par un participant du réseau⁵⁶⁷.

Cette caractéristique ne vaut que tant que les nœuds du réseau sont d'accord sur l'état du registre. Pour modifier sans détection une donnée déjà enregistrée dans une blockchain, il faut réussir à obtenir le consensus des nœuds validateurs⁵⁶⁸, pour inscrire les nouvelles transactions en lieu et place des précédentes. En pratique, pour la blockchain Bitcoin, un piratage reviendrait à réunir la puissance de calcul de plus de la majorité de nœuds validateurs, soit 51% du réseau⁵⁶⁹, ce qui est presque impossible⁵⁷⁰. Enfin, le mécanisme d'incitation de la blockchain Bitcoin, la plus utilisée à ce jour, est suffisamment lucratif pour que des acteurs disposant d'une importante puissance de calcul préfèrent miner des blocs et contribuer au bon fonctionnement du réseau⁵⁷¹.

Ainsi, les transactions qui sont enregistrées et horodatées sur une blockchain publique sont irrévocables et irréversibles, le bloc dans lequel elles sont inscrites ne pouvant pas être supprimé ou modifié grâce au chaînage cryptographique.

191. L'immutabilité appliquée aux smart contracts. Puisque les smart contracts sont inscrits dans la blockchain au sein de transactions, cette immutabilité s'applique évidemment aux smart contracts déployés⁵⁷². Rappelons en effet que le code informatique utilisé pour mettre en place un smart contract est destiné à être exécuté sur la blockchain et enregistré dans un bloc validé et horodaté. Par conséquent, le code informatique bénéficie de l'ensemble des qualités conférées à une transaction enregistrée sur la blockchain : l'immutabilité dès la validation de la transaction, la transparence du code – c'est-à-dire la possibilité pour toute personne d'avoir accès au code du smart contract à tout moment – et la sécurité de l'inscription de la blockchain.

⁵⁶⁶ M. PILKINGTON, « Blockchain Technology: Principles and Applications », 18 septembre 2015, p. 15-16 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=2662660>).

⁵⁶⁷ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 327; 329-330 ; *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 16.

⁵⁶⁸ *Rapport Paris Europlace*, *op. cit.*, p. 15 : « Tout changement d'état du registre partagé doit être consensuel (tous les acteurs honnêtes doivent être d'accord sur la validité des transactions), fiable (seules les transactions honnêtes doivent être validées) et efficace (le mode de gouvernance ne doit pas s'avérer trop coûteux au vu des objectifs fixés) ».

⁵⁶⁹ La recherche d'une altération de la blockchain concernée dépendra en effet du mécanisme de consensus utilisé (v. *supra*, §66). L'idée est de réussir à faire valider une modification par la part de validateurs nécessaires à la validation dans une blockchain donnée. Pour certains, cette donnée est trop souvent méconnue et vient amoindrir la force de l'immutabilité décrite : D. YERMACK, « Corporate Governance and Blockchains », *Review of Finance*, 10 janvier 2017, p. 14.

⁵⁷⁰ À ce jour, une attaque des 51% est presque impossible eu égard à la puissance actuelle des ordinateurs : v. *supra*, §80.

⁵⁷¹ Pour un rappel sur l'incitation économique des nœuds, v. *supra*, §75.

⁵⁷² K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 346-347 ; J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 273 ; G. JACCARD, « Smart Contracts and the Role of Law », *Jusletter IT*, vol. 23, novembre 2017, p. 7 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3099885>).

Or, l'immutabilité peut constituer une difficulté si l'on entend utiliser les smart contracts au service des contrats : le smart contract, une fois déployé, ne pourra plus être modifié. S'il permet en ce sens de respecter la parole donnée et les prévisions des parties, il s'y cantonne strictement. Les conséquences au stade de la formation du contrat doivent être analysées avec précaution.

B. L'analyse juridique de l'immutabilité

192. Intégrer l'immutabilité. L'immutabilité est une donnée clé de la blockchain. Les parties qui veulent utiliser ce registre doivent composer avec l'immutabilité et l'intégrer dans leur schéma de transaction. Or, l'immutabilité peut être considérée tout autant comme un avantage que comme un inconvénient pour les parties, selon le point de vue adopté (1). En tout état de cause, les parties doivent la prendre en compte pour éviter des conséquences juridiques strictes et ne pas se retrouver dans une impasse contractuelle : l'obstacle peut être transformé en opportunité, qu'il s'agisse de l'anticiper ou de le contourner (2).

1) Avantage et inconvénient de l'immutabilité

193. L'avantage de l'immutabilité : la confiance. Les parties prenantes à une transaction enregistrée sur la blockchain ont la certitude que celle-ci se déroulera comme prévu et conformément au code informatique qu'elles auront rédigé ou accepté. Pour la partie non rédactrice, partie faible le plus souvent, c'est l'assurance du respect du code et de l'impossibilité d'en modifier les termes par la partie rédactrice, généralement en position de force. En pratique, l'immutabilité garantit qu'une partie ne peut pas essayer de modifier unilatéralement le code du smart contract ou d'échapper aux actions informatiquement programmées⁵⁷³ : l'engagement des parties est inaltérable à compter de la signature cryptographique du smart contract. La maxime *pacta sunt servanda* trouve ici une force renouvelée par l'emploi de la cryptographie. L'immutabilité permise par la blockchain est donc une marque de confiance certaine entre les parties au smart contract.

Cette confiance est particulièrement bienvenue lorsque les parties au smart contract ne se connaissent pas en amont. Si dans une transaction traditionnelle hors blockchain, la transaction est sécurisée et les parties peuvent se faire confiance, c'est bien parce qu'un intermédiaire instaure cette confiance et garantit la bonne exécution de la transaction ; cela

⁵⁷³ J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 273 ; *Legal and Regulatory Framework of Blockchains and Smart Contracts*, *op. cit.*, p. 24.

induit nécessairement une dépendance et des coûts. En supprimant ce besoin de confiance placée dans un tiers à la transaction, la blockchain permettrait de réaliser des gains de temps et d'argent pour les parties et de leur redonner une certaine indépendance⁵⁷⁴.

Mais l'immutabilité est également une force dans le cadre d'un smart contract où les parties se connaissent, par exemple parce qu'elles ont signé un contrat en amont, qui sera exécuté par le smart contract. L'immutabilité permet au cocontractant du rédacteur du smart contract d'avoir la certitude, à tout moment de la vie du contrat, que le code du smart contract reste inchangé et qu'il n'a donc pas été victime d'une modification unilatérale du smart contract⁵⁷⁵. La transparence et la permanence du code du smart contract sur la blockchain sont un argument majeur en faveur de la confiance que l'on peut placer dans cette technologie.

194. L'inconvénient de l'immutabilité : des inscriptions figées. L'immutabilité signifie aussi que, en principe, la modification du smart contract n'est plus possible une fois le smart contract signé cryptographiquement, peu importe la volonté des parties, les événements extérieurs susceptibles de modifier les données de la transaction ou encore l'applicabilité de règles de droit normalement impératives.

Lorsque le smart contract a vocation à durer, des précautions s'imposent. Que faire en effet en cas de survenance d'un cas de force majeure ? Ou d'un changement de circonstances justifiant une révision du contrat ? Par définition, le smart contract déployé sur une blockchain ne peut pas être modifié pour prendre en compte des nouvelles circonstances ou conditions dès lors qu'il est en cours, c'est-à-dire à partir du moment où son exécution numérique a été déclenchée. Que faire si une transaction était programmée pour être exécutée alors que le débiteur se trouve en cessation des paiements ? Ou en cas d'accord des parties en dehors de la blockchain pour modifier les termes de l'accord ou y mettre fin avant l'exécution ? Pensons encore à la caducité ou à une loi nouvelle applicable immédiatement aux contrats en cours : il ne sera pas possible, a priori, de modifier le smart contract et d'en empêcher son exécution⁵⁷⁶. Pas plus encore de procéder à une révision pour imprévision⁵⁷⁷. Les écritures de la blockchain sont figées : il est certain qu'il n'est pas possible de modifier les termes d'un smart contract⁵⁷⁸. L'immutabilité vient inscrire dans le marbre les prévisions contractuelles des parties, qui ne peuvent, en principe, jamais être altérées.

⁵⁷⁴ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 318 : les auteurs soulignent que la blockchain permet d'assurer un échange transparent et sécurisé sans confiance réciproque préalable entre les parties.

⁵⁷⁵ V. en ce sens, G. JACCARD, « Smart Contracts and the Role of Law », *op. cit.*, p. 7.

⁵⁷⁶ *Legal and Regulatory Framework of Blockchains and Smart Contracts*, *op. cit.*, p. 24.

⁵⁷⁷ Sur cette question, v. *infra*, §621 s.

⁵⁷⁸ Sauf à programmer un nouveau smart contract qui modifie les effets du smart contract initial : sur cette possibilité, v. *infra*, §198.

2) *Anticiper ou contourner l'immuabilité*

195. Le pendant de l'immuabilité : l'anticipation au stade de la rédaction. Pourtant, il n'est pas juridiquement concevable de laisser ces événements extérieurs sans incidence aucune sur le monde virtuel. Avant même la rédaction et la vérification du code informatique, c'est tout un travail d'anticipation qui doit être mené par la ou les parties rédactrices, dans l'hypothèse où le smart contract à rédiger est utilisé pour une transaction complexe. C'est donc au stade de la préparation de la rédaction du smart contract que doivent être anticipées toutes les circonstances extérieures susceptibles d'affecter la vie de l'accord passé entre les parties : mort de l'une des parties, *mutuus dissensus*, cas de force majeure, ouverture d'une procédure collective, etc.

Comment s'y préparer informatiquement et juridiquement ? Les parties pourront essayer d'anticiper le plus possible ces événements et leurs actions subséquentes. Cette anticipation peut prendre deux formes : d'une part, programmer le smart contract en insérant toutes les éventualités envisageables ; d'autre part, rendre le smart contract plus dynamique en le codant de manière à ajuster l'exécution des obligations aux événements survenus⁵⁷⁹. Mais ces possibilités complexifient nettement la rédaction du code du smart contract puisqu'elles en allongent considérablement les lignes de code informatique⁵⁸⁰, ce qui accroît le risque d'erreur. De plus, il est humainement et informatiquement impossible de tout prévoir⁵⁸¹, outre le fait que plus la transaction est complexe, plus elle est coûteuse. L'immuabilité a donc pour corollaire une certaine inflexibilité potentiellement néfaste lorsqu'il s'agira d'intégrer des pratiques contractuelles sur la blockchain⁵⁸². Il faut trouver d'autres outils pour contourner l'immuabilité, puisque l'anticipation sera rarement satisfaisante ou alors très difficile à mettre en œuvre.

196. L'impossible modification *stricto sensu*. Puisqu'il n'est pas possible de tout anticiper, que faire si une modification du smart contract est indispensable ? Un auteur rappelle que « la façon de changer les conséquences des contrats est d'en modifier la sémantique »⁵⁸³. Or, la modification du smart contract initial est techniquement impossible en tant que telle puisque la transaction dans laquelle est enregistré le smart contract sur la blockchain ne

⁵⁷⁹ THE CARDOZO BLOCKCHAIN PROJECT, « *Smart Contracts* » & *Legal Enforceability*, 2018, p. 6 ; G. JACCARD, « Smart Contracts and the Role of Law », *op. cit.*, p. 7. Les auteurs évoquent des fonctions du smart contract permettant de prendre en compte des événements du monde extérieur – qui seront une fois de plus indiqués par un oracle.

⁵⁸⁰ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 367.

⁵⁸¹ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 12.

⁵⁸² J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.* Sur l'analyse sur l'inflexibilité du code informatique dans les smart contracts, v. *infra*, §248 s.

⁵⁸³ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 20 (passage original : « *the way to change the consequences of contracts is to change the semantics* »).

peut pas être elle-même modifiée. Si le smart contract est exécuté, il n'existe pas de moyen technique d'annuler un transfert de fonds⁵⁸⁴. Et c'est bien sur cette impossibilité de retour en arrière ou de modification que compte en principe le cocontractant. Bien sûr, les parties pourraient prévoir une fonction d'arrêt du smart contract⁵⁸⁵ et de s'en remettre au contrat classique⁵⁸⁶, mais la pertinence de ces solutions est questionable puisqu'elles reviennent à priver le smart contract de tous ses atouts quant à l'exécution automatique et autonome.

197. Programmer un retour en arrière. En revanche, il est toujours possible d'inscrire dans une nouvelle transaction des instructions venant s'appliquer au code informatique du smart contract déjà enregistré⁵⁸⁷. Les parties devront convenir d'une transaction nouvelle venant inverser les effets du smart contract déjà exécuté. En somme, une version informatique de la restitution, visant *in fine* à annuler les effets de la transaction exécutée et de remettre les parties dans l'état dans lequel elles se trouvaient avant cette exécution non voulue.

Pour qu'une telle transaction inversée soit suffisante pour modifier les effets du smart contract, encore faut-il non seulement que les parties soient d'accord, mais aussi que l'exécution ait été exclusivement numérique. Si une des actions a été réalisée dans le monde physique, il faudra alors que cette action soit annulée, dans la mesure du possible, et que cela soit constaté et communiqué au smart contract. Les contraintes et inconvénients sont donc nombreux pour permettre la modification d'un smart contract ou sa pseudo-annulation.

198. Le contournement par la création d'un nouveau smart contract : un « smart avenant » ? Allant plus loin, on peut suggérer de programmer le smart contract afin d'inclure la possibilité de créer un avenant au smart contract⁵⁸⁸. Un avenant est un « accord modifiant une convention, en l'adaptant ou en la complétant par de nouvelles clauses »⁵⁸⁹. En droit positif,

⁵⁸⁴ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 335.

⁵⁸⁵ *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 97.

⁵⁸⁶ S. FARRELL, H. MACHIN et R. HINCHLIFFE, « Lost and found in smart contract translation - considerations in transitioning to automation in legal architecture », *Journal of International Banking Law and Regulation*, vol. 33, n° 1, 2018, p. 5. L'auteur propose alors de sortir du smart contract et de retrouver le contrat classique pour en poursuivre l'exécution, à partir du moment où des circonstances ne permettent plus l'exécution par le smart contract.

⁵⁸⁷ L'idée est d'initier une transaction contraire, permettant de revenir à l'état *ex ante* sans annuler à proprement parler la transaction initiale. Sur cette possibilité, v. not. *Id.* : « *One possibility for achieving the effect of a reversal or change in terms is to create that result through the creation of a new smart contract which, when added to the existing contracts, has the effect of the desired reversal or change. An example of this would be a new transaction which exactly offsets an existing transaction, negating its effect.* » (nous traduisons : Une possibilité pour obtenir l'effet d'une inversion ou d'un changement de conditions est d'arriver à ce résultat par la création d'un nouveau smart contract qui, ajouté aux smart contracts existants, a l'effet de l'inversion ou du changement souhaité. Par exemple, une nouvelle transaction qui contrebalance exactement une transaction existante, annulant son effet).

⁵⁸⁸ *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 97.

⁵⁸⁹ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Avenant ». Sur l'avenant, et sa conception smart contractuelle, v. *infra*, §617 s.

la modification du contrat suppose seulement de trouver un accord des parties⁵⁹⁰. La technique est transposable aux smart contracts, avec un accord des parties pour qu'un nouveau smart contract prenne le relai du smart contract initial.

En pratique, il existe alors un smart contract primaire, qui stocke l'adresse du smart contract secondaire, et un smart contract secondaire, qui contient les dernières modifications acceptées⁵⁹¹. Le propriétaire du smart contract primaire peut proposer une nouvelle adresse d'un smart contract secondaire, qui définit alors le smart contract dont les clauses sont incorporées. Autrement dit, le smart contract primaire reste toujours inchangé alors que le smart contract secondaire n'est valable que tant qu'il n'a pas été remplacé par une nouvelle version, à la manière d'un avenant. Il est donc indispensable de recourir à un nouveau smart contract pour modifier un premier smart contract, en faisant référence à l'adresse qui contient les dernières modifications.

199. Vérification et pratique du smart avenant. Il est nécessaire de souligner combien l'importance de vérifier le code du smart contract avant de le signer est cruciale : il faut prendre garde aux modifications permises dans le code initial, auxquelles l'utilisateur trop rapide n'aura pas sciemment consenti... et qui seront pourtant possibles unilatéralement par le propriétaire du smart contract⁵⁹² !

De manière générale, les parties devront déterminer si cette fonction de modification indirecte par établissement d'un nouveau smart contract peut être déclenchée unilatéralement ou non, ou si elle est laissée exclusivement aux mains d'un tiers et à quelles conditions. Ces solutions risquent de réduire l'intérêt de recourir à un instrument par définition inaltérable, dès lors que les parties se réservent d'en modifier le cours. La certitude de l'exécution de la transaction doit rester au cœur de la technologie blockchain.

200. Conclusion de la section. Le pseudonymat est une caractéristique des blockchains souvent recherchée par les parties aux smart contracts. Dans ces cas-là, le problème de l'identification est entier et le contentieux sera illusoire, sauf à réussir à obtenir le dévoilement forcé de l'identité du cocontractant. Peut-être alors que la justice sur blockchain prendra le relais⁵⁹³. Mais souvent, en pratique, les parties pourront choisir de dévoiler leur identité, afin

⁵⁹⁰ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations. I- Contrat et engagement unilatéral*, 6^e éd., PUF, 2021, n° 779.

⁵⁹¹ V. pour des explications sur ce procédé de modification : S. COHNEY *et al.*, « Coin-Operated Capitalism », *Columbia Law Review*, vol. 119, n° 3, avril 2019, p. 630 s. (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3215345>).

⁵⁹² Cette pratique a été analysée et fortement critiquée par des auteurs (S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*) qui ont mené une importante revue de très nombreux documents et smart contracts d'ICOs : les auteurs signalent (not. p. 616) que si une partie a seule le pouvoir de modifier le code, c'est bien l'autre partie qui en supportera le risque.

⁵⁹³ V. *supra*, §20.

de préserver le recours aux tribunaux étatiques et d'assurer le bon respect du droit applicable. Cette précaution s'avère indispensable pour permettre une véritable utilisation contractuelle des smart contracts en assurant aux parties que leurs droits et prévisions seront respectés.

L'obstacle de l'immutabilité apparaît quant à lui assez contraignant pour une utilisation des smart contracts au service des contrats à long terme et complexes, tandis qu'il est un atout pour les contrats à court terme exécutés par des smart contracts quasi instantanés ou simple. Si des outils permettent de contourner l'immutabilité, par exemple en essayant d'adapter un smart contract à l'aide d'un nouveau smart contract, à la manière d'un avenant, les solutions étudiées représentent un coût important et contreviennent à la protection offerte par l'immutabilité. Cette difficulté pratique ne doit pas être négligée et doit au contraire être intégrée comme une donnée de départ lors de la rédaction du contrat et du smart contract y afférant : en principe, les actions ne pourront pas être modifiées une fois le smart contract déployé et l'attention à apporter à la rédaction initiale des smart contracts est donc essentielle. La portée des smart contracts pourrait s'en trouver limitée à des transactions rapides, à exécution instantanée, et priver les contrats de longue durée d'une application smart contractuelle, sauf à accepter de supporter le coût lié à cette flexibilité artificielle.

Ces difficultés au stade de la formation du contrat ne sont pas amoindries par les caractéristiques de la blockchain au stade de l'exécution. En effet, la blockchain fonctionne en parfaite autonomie et est imperméable aux événements du monde extérieur : en principe, rien ne peut arrêter le cours d'un smart contract déployé sur la blockchain.

Section 2 – L'exécution du contrat et la blockchain

201. L'exécution du contrat sur la blockchain et l'absence de lien avec le monde extérieur. Au stade de l'exécution du contrat, plusieurs obstacles peuvent être recensés, tenant essentiellement à l'absence de lien de la blockchain avec le monde extérieur et à sa cécité. Son autonomie d'exécution résulte précisément de cette protection à l'encontre de tout ce qui se passe en dehors de la blockchain. On peut alors parler d'imperméabilité de la blockchain, qui est indispensable pour permettre une exécution irrésistible, en particulier des smart contracts qui y sont déployés.

Le corollaire de cette cécité de la blockchain est l'étendue de son autonomie : faute d'avoir des informations du monde extérieur, la blockchain n'est véritablement autonome que pour les transactions ne nécessitant pas d'informations « *off-chain* »⁵⁹⁴ pour être déclenchées. Or, la réalité du monde extérieur à la blockchain rattrape vite le monde virtuel fermé. Le lien indispensable avec le monde extérieur met à mal l'idée d'un fonctionnement de la blockchain en toute indépendance dès lors que l'exécution dépend précisément d'évènements provenant du monde physique ou de données extérieures à la blockchain. C'est pourquoi l'autonomie de la blockchain apparaît finalement assez limitée.

L'utilisation contractuelle des smart contracts pourrait être contrariée tant par la caractéristique d'exécution irrésistible de la blockchain (I), qui empêche la prise en compte d'évènements extérieurs, que par l'autonomie nécessairement limitée qui résulte de cette imperméabilité, rendant indispensable le recours à un oracle (II).

I. L'exécution irrésistible sur la blockchain

202. Aveugle, la blockchain ne connaît rien de ce qui se passe dans le monde extérieur. Cette imperméabilité au monde extérieur en lien direct avec la cécité caractéristique de la blockchain (A) est la condition *sine qua non* de l'exécution irrésistible : rien ne peut troubler l'exécution d'une transaction programmée sur la blockchain. Mais une telle exécution inarrêtable peut faire naître d'importantes difficultés en droit (B).

⁵⁹⁴ Les informations *off-chain* sont les informations qui ne se trouvent pas sur la blockchain concernée (v. *supra*, §100).

A. L'obstacle technique : la cécité de la blockchain et l'imperméabilité au monde extérieur

203. Le présupposé : la cécité de la blockchain. La blockchain, telle qu'initialement conçue, est une technologie numérique et programmable, fonctionnant en circuit fermé et ne prenant pas en compte les données du « vrai monde »⁵⁹⁵, c'est-à-dire le monde *fiat*, extérieur à la blockchain. Le principe est celui d'un ordinateur qui ne ferait qu'exécuter les ordres qui lui sont transmis. En pratique, la blockchain est aveugle : elle n'a aucune capacité d'observer le monde extérieur⁵⁹⁶, en tant que réseau fermé « dont les seules informations sûres sont celles inscrites sur le registre »⁵⁹⁷. Ces informations sont souvent dénommées « *on-chain* » (sur la chaîne), par opposition aux informations extérieures dites « *off-chain* » (hors-chaîne). Pour rappel⁵⁹⁸, sont « *on-chain* » les informations telles que le passage du temps ou les transactions survenant sur la blockchain concernée (nouveaux blocs, transmission de tokens, déploiement d'un smart contract). Sont « *off-chain* » tous éléments, événements ou objets du monde physique (livraison d'un bien, vérification d'identité physique, constatation d'un dégât des eaux ou d'un vol d'un objet, etc.).

Telle qu'elle a été conçue, la blockchain fonctionne en autonomie et ne nécessite aucun lien avec le monde extérieur. Elle ne peut pas non plus être influencée ou son cours modifié par la survenance d'un événement du monde extérieur et c'est donc une imperméabilité à ce monde qui la caractérise.

204. La conséquence : l'exécution irrésistible. Par voie de conséquence, l'exécution d'une transaction sur la blockchain, et donc d'un smart contract, est irrésistible dans la mesure où aucun élément extérieur ne peut en troubler ou en arrêter le cours. La blockchain offre au code informatique un support d'exécution inaltérable et protégé des événements perturbateurs extérieurs au registre. La blockchain imperméable et aveugle est le cadre qui permet au smart contract qui y est déployé d'assurer l'exécution certaine des actions programmées en toute sécurité. L'exécution est dite « *tamper-proof* »⁵⁹⁹ (inviolable) : elle ne peut pas être altérée ni

⁵⁹⁵ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 8 et p. 21-22.

⁵⁹⁶ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 14 ; K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 336 ; E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 22 : « *The blockchain cannot "see" or accept direct input about or from off-chain events* » (nous traduisons : la blockchain ne peut pas « voir » ou admettre d'entrée directe concernant ou provenant d'événements hors-chaîne).

⁵⁹⁷ Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains), *op. cit.*, p. 37.

⁵⁹⁸ V. *supra*, §100.

⁵⁹⁹ C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.*, p. 4 : « *"Tamper-proof" technology is typically described in terms of distributed networks of computers that are unstoppable and in a technological sense*

arrêtée et les parties comptent sur ces caractéristiques⁶⁰⁰. Cette protection à l'encontre du monde extérieur offre la possibilité d'exécuter tout le code mais rien que le code.

205. L'exécution parfaite par les smart contracts ? Le recours aux smart contracts et à l'exécution automatique permet d'assurer l'absence d'inexécution par les parties, tout simplement parce que l'exécution est prévue par le code informatique⁶⁰¹ et que celui-ci ne peut pas être arrêté une fois qu'il a été lancé, contrairement à l'exécution par l'humain⁶⁰². En supprimant toute intervention humaine pour exécuter l'engagement numérique prévu, les parties réduisent les risques d'inexécution par erreur, par négligence ou par faute, et tout aléa lié à la nature humaine : la mauvaise volonté d'une partie, son retard, sa mauvaise foi, une circonstance imprévue...

Puisque l'exécution est le fait de l'ordinateur, elle est non seulement rendue plus facile – pas d'oubli, d'erreur, de délai dépassé, d'exécution partielle – mais surtout inévitable⁶⁰³. C'est aussi un argument de coût : l'inexécution n'est pas totalement impossible, mais tellement coûteuse qu'il est plus intéressant pour les parties d'exécuter le contrat que de ne pas

cannot fail regardless of malicious acts, power cuts, network disruption, natural catastrophies or any other conceivable event. (...) With such a system, it is assumed that a software agent, once started, could not be stopped. For truly "unstoppable" software agents, code must be defined to take the appropriate action in response to various dynamic states that might occur (such as another party defaulting on a required payment). In a truly unstoppable "tamper-proof" version of the system, all such possibilities would have to be anticipated and appropriate actions determined in advance (nous traduisons : La technologie « inviolable » est généralement décrite en termes de réseaux distribués d'ordinateurs qui sont inarrêtables et qui, au sens technologique, ne peuvent pas tomber en panne, quels que soient les actes de malveillance, les coupures de courant, les perturbations du réseau, les catastrophes naturelles ou tout autre événement imaginable. (...) Avec un tel système, on suppose qu'un agent logiciel, une fois lancé, ne peut être arrêté. Pour les agents logiciels véritablement « inarrêtables », le code doit permettre de prendre les mesures appropriées en réponse à divers états dynamiques susceptibles de se produire (comme le défaut de paiement d'une autre partie). Dans une version « inviolable » du système, toutes ces possibilités devraient être anticipées et les actions appropriées déterminées à l'avance).

⁶⁰⁰ S. FARRELL, H. MACHIN et R. HINCHLIFFE, « Lost and found in smart contract translation », *op. cit.*, p. 6 : *"an attractive feature of smart contracts is that they can ensure performance through their self-executing nature. The "tamper-proof" nature of their execution means that performance can, as a practical matter, be counted on"* (nous traduisons : Une caractéristique intéressante des smart contracts est qu'ils peuvent garantir la performance grâce à leur nature auto-exécutante. La nature « inviolable » de leur exécution signifie que l'on peut, en pratique, compter sur la performance.).

⁶⁰¹ K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart: Blockchain-Based Smart Contracts and The Social Workings of Law », *Engaging Science, Technology, and Society*, vol. 3, 17 février 2017, p. 2 : *"Because they are based on code, smart contracts can be immediately and automatically effectuated, without reliance on manual transfer, or the intervention of institutions like courts"* (nous traduisons : Parce qu'ils sont basés sur le code informatique, les smart contracts peuvent être exécutés immédiatement et automatiquement, sans avoir recours à un transfert manuel ou à l'intervention d'institutions telles que les tribunaux).

⁶⁰² K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 332 : *"Humans can interrupt that execution at any point. But with a smart contract, complete execution of the agreement, including any transfer of value, occurs without any such opportunity to interrupt"* (nous traduisons : les humains peuvent interrompre cette exécution à tout moment. Mais avec un smart contract, l'entière exécution de l'accord, y compris tout transfert de valeur, a lieu sans qu'il soit possible de l'interrompre).

⁶⁰³ *Ibid.*, p. 348.

l'exécuter⁶⁰⁴. Bien sûr, cette argumentation ne vaut que tant que les obligations sont exécutoires numériquement⁶⁰⁵. Si, en revanche, l'exécution dépend d'éléments extérieurs ou concerne une obligation matérielle, la blockchain n'a pas de prise et l'inexécution est toujours possible. Mais dans ce cas, les parties peuvent aussi intégrer dans le smart contract des clauses pénales, des pénalités de retard, la résiliation du contrat ou toute autre clause de sanction d'une inexécution contractuelle, qui sera alors exécutée automatiquement dès que l'information de l'inexécution aura été transmise au smart contract. En définitive, les coûts de l'inexécution sont presque réduits à néant et l'existence de ces sanctions automatiques peut avoir pour effet de pousser les parties à exécuter leurs obligations extérieures à la blockchain, conformément aux prévisions contractuelles. L'outil est d'une efficacité redoutable.

B. Les conséquences de l'exécution irrésistible

206. Les avantages d'une exécution en tout état de cause. Avant tout, c'est l'exécution autonome et automatique d'un engagement qui est recherchée lorsqu'une partie recourt à un smart contract. Cet outil techno-contractuel permet le respect parfait des prévisions des parties. Les obligations seront exécutées, quoi qu'il arrive, telles que les parties au contrat l'avaient prévu. Du fait de cette exécution à la fois automatique – sans qu'une action soit nécessaire pour la déclencher – et autonome – sans intervention humaine pour être réalisée, les entreprises pourraient éviter des coûts importants liés à l'exécution de leurs contrats⁶⁰⁶ et gagner en efficacité. Les particuliers gagneraient certainement aussi à voir leurs créances automatiquement payées ou des clauses de sanctions directement déclenchées⁶⁰⁷. Cette efficacité dans l'exécution fait écho à ce qui est recherché en utilisant des distributeurs

⁶⁰⁴ M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 310. V. aussi M. VERSTRAETE, « The Stakes of Smart Contracts », *Loyola University Chicago Law Journal*, vol. 50, 2019, p. 743-794, comparant le smart contract à une barrière qui empêche un comportement en amont. Il faut engager un coût important pour outrepasser l'obstacle technique. V. dans le même sens, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 323, expliquant que le smart contract, comme un distributeur automatique, incorpore une sécurité telle que le coût de l'inexécution (en cassant la machine) dépasse les potentielles récompenses.

⁶⁰⁵ Sur la nécessité d'un contrôle numérique par le smart contract, v. *infra*, §270 s.

⁶⁰⁶ V. S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 3 ; K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 335 : « *This algorithmic enforcement allows contracts to be executed as quickly and cheaply as other computer code. Cost savings occur at every stage, from negotiation to enforcement, especially in replacing judicial enforcement with automated mechanisms* » (nous traduisons : Cette exécution algorithmique permet d'exécuter les contrats aussi rapidement et à moindre coût qu'un autre code informatique. Des économies sont réalisées à chaque étape, de la négociation à l'exécution, notamment en remplaçant l'exécution judiciaire par des mécanismes automatisés).

⁶⁰⁷ V. par exemple, *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 35 sur les démarches que les assurés n'auraient plus à faire grâce à une police d'assurance sous forme de smart contract : temps de gagné pour l'assureur et l'assuré, coûts de traitement du dossier économisés et cette économie peut être répercutée sur le montant de la prime l'assuré.

automatiques, qu'il s'agisse de vendre des boissons, des billets de train, des tickets de parking : le client obtient le bien ou le service désiré avec rapidité et à moindre coût. Avec le smart contract, le mécanisme est exclusivement numérique, sans matérialisation de la transaction.

207. Réflexion sur l'automatisation de l'exécution et le risque d'unilatéralisme.

L'exécution automatique promise par les smart contracts peut être porteuse d'avantages pour chacune des parties au contrat, notamment parce que l'automatisation chasse la mauvaise foi et la mauvaise volonté, tout comme l'erreur ou la négligence. Cela semble surtout avéré du côté du prestataire de services ou du vendeur, puisque le smart contract lui assure un paiement automatique et conforme. Le smart contract peut aussi, par exemple, permettre une résiliation automatique en cas de non-paiement d'une mensualité d'un contrat à exécution successive, ou toute autre sanction pour le débiteur de l'obligation de payer – dès lors que le smart contract est programmé en ce sens. Mais du côté de ce consommateur, partie faible au contrat, on pourrait douter des bénéfices de l'automatisation pour deux raisons : d'une part, parce que l'obligation principale dont il est créancier est rarement exécutable numériquement ; d'autre part, parce que le smart contract pourrait être proposé par la partie forte et ne contenir dans son code que les clauses au bénéfice de cette partie. Le contractant faible serait alors victime de l'automatisation des clauses contractuelles qui le sanctionnent, sans tirer bénéfice de l'automatisation des clauses qui le protègent.

Comment remédier à ces obstacles ? En automatisant l'ensemble des clauses, y compris celles favorables à la partie faible, notamment les clauses de sanction, c'est-à-dire les pénalités de retard, d'annulation, ou de non-conformité⁶⁰⁸. C'est d'ailleurs l'expérience qui avait été menée par Axa dans le cadre de l'opération Fizzy, visant à indemniser automatiquement les passagers aériens ayant subi une annulation ou un retard de leur vol, sans complication administrative pour mettre en œuvre cette compensation⁶⁰⁹. En promouvant la transposition en code informatique des clauses protectrices des consommateurs, les smart contracts pourront devenir un vecteur de respect des droits des consommateurs, sans surcoût ou modalités administratives compliquant la tâche⁶¹⁰. Un véritable travail de sensibilisation à cet enjeu doit être mené. Et même si l'obligation n'est pas exécutable numériquement, le respect des clauses pourrait être assuré à l'aide d'un oracle neutre et distribué, afin de transmettre au

⁶⁰⁸ Sur cette possibilité d'automatisation, v. *infra*, §381 s.

⁶⁰⁹ V. *supra*, §103.

⁶¹⁰ Ce qui souvent décourageait les parties faibles à l'idée de mener un recours en cas d'inexécution, faute de pouvoir prouver la mauvaise exécution de la prestation de son cocontractant, ou en raison de la lenteur de la justice (ou de son coût par rapport à l'enjeu du litige). V. par ex., O. BORGOGNO, « Smart Contracts as the (New) Power of the Powerless? The Stakes for Consumers », *European Review of Private Law*, n° 6, 2018, n° 13 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3330586>)-17 qui montre également que les commerçants ont tendance à miser sur l'inertie des consommateurs pour ne pas respecter leurs droits.

smart contract les informations relatives à l'inexécution – pensons là encore à l'utilisation des objets connectés – et de déclencher en conséquence les clauses de sanction qui y sont liées.

208. L'exécution irrésistible toujours au service des parties ? En principe, les parties obtiennent exactement le résultat recherché grâce à l'exécution irrésistible de leur smart contract sur une blockchain : le respect des prévisions des parties est à son paroxysme. Mettons de côté les cas où un problème surviendrait pendant l'exécution⁶¹¹. Ici, l'hypothèse est celle où le smart contract s'exécute parfaitement sur une blockchain, qui ne peut être influencée par aucun élément extérieur. Les obligations des parties ne sont plus sujettes à des erreurs humaines ou à l'intention d'une partie de ne pas exécuter ses obligations, volontairement et aux dépens de son cocontractant. Ce mode d'exécution automatique permet alors des gains de temps et de procédure puisque l'exécution ne peut pas être perturbée.

Mais cette exécution irrésistible peut être problématique et contraire à la volonté des parties ou à la loi. Si en effet les circonstances extérieures ne peuvent pas être prises en compte, comment faire si les parties ont décidé en dehors de la blockchain qu'elles ne souhaitaient plus exécuter leur contrat ? L'exécution irrésistible ne sera pas voulue par les parties. L'exécution automatique semble ainsi conduire à la disparition du pouvoir discrétionnaire et à la possibilité d'inexécution licite pourtant autorisée en droit positif (1). Que faire encore si une règle impérative interdit l'exécution du contrat ? Les parties se retrouvent alors face à une exécution illicite ou indue (2).

1) La disparition du pouvoir discrétionnaire et de l'inexécution licite

209. La reconnaissance de la volonté de ne pas exécuter et de l'inexécution licite en droit positif. Le cours normal d'un contrat repose sur l'exécution par chacune des parties de ses obligations et sur l'accomplissement des effets juridiques recherchés de manière générale. Mais le droit admet souvent la possibilité pour les parties de ne pas exécuter le contrat, ou certaines des obligations du contrat. L'inexécution licite, qui suppose un contrat valablement formé et que le débiteur soit tenu et que l'obligation soit déjà née, peut être définie comme le « non-accomplissement d'une obligation qui peut être total, partiel ou temporaire, qui est autorisé par la loi, le juge ou les parties, mais qui s'exerce de façon volontaire en ce qu'il constitue l'exercice d'un droit »⁶¹². L'inexécution licite du contrat est loin d'être un cas

⁶¹¹ V. à ce sujet, *infra*, §281 s. sur les erreurs contenues dans le code par exemple.

⁶¹² C. CHABAS, *L'inexécution licite du contrat*, LGDJ, 2002, n^{os} 3-4.

d'école⁶¹³ et peut prendre de nombreuses formes. Les différentes situations d'inexécution licite, où les parties décident de ne pas exécuter des obligations ou ne pas mettre en œuvre certaines clauses du contrat, vont alors entrer en conflit avec le mode d'exécution automatique sur la blockchain, pour arriver à des cas où l'exécution s'est déroulée conformément au contrat alors qu'elle n'était plus voulue par les parties. Précisons déjà ce que recouvre l'inexécution licite.

210. La volonté des parties de ne pas exécuter le contrat. Dans certains cas, les parties se réservent *ab initio* la possibilité de ne pas exécuter le contrat : c'est par exemple la clause de dédit, qui permet aux parties de prévoir la faculté de ne pas exécuter, moyennant le versement d'une somme ; ou encore une clause de résiliation unilatérale, ou toute autre clause permettant au débiteur de se retirer de la relation contractuelle sans engendrer d'obligation alternative⁶¹⁴. Dans tous ces cas, les parties prévoient en amont la faculté de ne pas exécuter le contrat, de manière licite.

Il existe encore le *mutuus dissensus*, ce dissentiment mutuel qui permet de révoquer le contrat⁶¹⁵ : car « ce que le consentement a fait, seul le consentement peut le défaire »⁶¹⁶. Les parties sont toujours libres de choisir de révoquer ou modifier leur contrat. S'il ne s'agit pas forcément ici d'inexécution licite, puisque les parties acceptent précisément qu'il n'y ait pas d'exécution⁶¹⁷, il n'en demeure pas moins que la volonté des parties permet de ne pas exécuter le contrat. Que ce soit lors de la formation ou au cours de la vie du contrat, les parties peuvent renoncer à l'exécution du contrat par l'expression de leur volonté.

211. La volonté discrétionnaire d'une partie de ne pas demander l'exécution. Parfois, c'est le créancier qui choisira discrétionnairement ne pas exiger de son débiteur qu'il s'exécute. En effet, l'exécution classique du contrat rend possible le choix discrétionnaire du professionnel d'appliquer ou non certaines clauses, notamment les clauses potestatives à la défaveur du consommateur⁶¹⁸. Cette attitude, qui peut relever d'un devoir de coopération lié au devoir de

⁶¹³ V. la thèse de C. CHABAS, *L'inexécution licite du contrat*, *op. cit.*

⁶¹⁴ *Ibid.*, n^{os} 4-5.

⁶¹⁵ Article 1193 du code civil : « Les contrats ne peuvent être modifiés ou révoqués que du consentement mutuel des parties, ou pour les causes que la loi autorise ». V. ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V^o « Mutuus dissensus » : « termes latins signifiant « dissentiment mutuel », utilisés pour désigner, de la part de deux intéressés, la volonté réciproque de rompre les liens qui les unissaient (...) » ; v. aussi, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n^o 779 : c'est bien l'accord des parties qui permet de modifier le contrat, « jusqu'à décider de mettre fin au contrat alors même qu'il n'aurait pas été exécuté ».

⁶¹⁶ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n^o 436.

⁶¹⁷ C. CHABAS, *L'inexécution licite du contrat*, *op. cit.*, n^{os} 4-5. L'auteur définit l'inexécution licite comme suit (n^o 4) : « non-accomplissement d'une obligation qui peut être total, partiel ou temporaire, qui est autorisé par la loi, le juge ou les parties, mais qui s'exerce de façon volontaire en ce qu'il constitue l'exercice d'un droit ».

⁶¹⁸ J. Carbonnier avait finement analysé cette donnée pratique, qui bouleverse les règles théoriques : J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, *op. cit.*, p. 289. L'auteur remarque qu'on ignore à quel point les dispositions sont appliquées, en raison du pouvoir discrétionnaire d'utiliser des clauses dures : celles-ci sont souvent

loyauté dans l'exécution du contrat⁶¹⁹, fait préférer au créancier une inexécution temporaire et/ou ponctuelle de son débiteur afin de favoriser le maintien d'une relation commerciale établie dans le temps et stable⁶²⁰. Cette pratique contractuelle de renonciation volontaire à l'exécution forcée d'une obligation poursuit un but social d'agissement « dans l'ombre de la loi » et favorise la pérennité des relations contractuelles⁶²¹. L'opportunité ne pas exécuter le contrat est bien réelle : ainsi Carbonnier soulignait-il l'importance de l'aménagement de l'exécution du contrat en pratique, appelant à observer ces « applicateurs de contrats », qui adaptent le droit sur le terrain, en pensant par exemple au bailleur qui accorde un délai supplémentaire au locataire ou au contrôleur SNCF qui n'inflige pas l'amende la plus élevée⁶²².

212. La théorie de l'efficient breach of contract (l'inexécution avantageuse du contrat). Suivant l'école de l'analyse économique du droit⁶²³, le contrat ne doit être validé que s'il est efficace, « c'est-à-dire s'il permet à chacun des contractants d'être, après le contrat, dans une situation qui lui est plus favorable »⁶²⁴. Suivant cette analyse, l'inexécution est permise si elle est avantageuse pour le débiteur malgré l'indemnisation qu'il verse au créancier : c'est la

peu invoquées en pratique. Il souligne ainsi l'importance de l'aménagement de l'exécution du contrat en pratique, et appelle à observer ces « applicateurs de contrats », qui adaptent le droit sur le terrain, en pensant par exemple au bailleur qui accorde un délai supplémentaire au locataire, au contrôleur SNCF qui n'inflige pas l'amende la plus élevée, etc. (p. 306-307). V. également sur le sujet, G. RIPERT, *La règle morale dans les obligations civiles*, 4^e éd., LGDJ, 1949, spéc. n° 59, qui retient que la pratique contractuelle montre que souvent une clause imposée unilatéralement l'est en contrepartie d'une réduction du coût de la prestation par exemple ; de plus, les clauses restent souvent inappliquées en pratique ou bien le contractant fort peut décider de ne pas appliquer une clause drastique, avec une incidence commerciale très positive.

⁶¹⁹ Y. PICOD, *Le devoir de loyauté dans l'exécution du contrat*, LGDJ, 1989. On peut souligner que depuis la réforme du droit des contrats, la bonne foi irrigue tout le processus contractuel, des négociations à l'exécution du contrat, intégrant ainsi les principes directeurs du droit des contrats. V. sur le sujet, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 128 ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations : commentaire article par article*, 2^e éd., LexisNexis, 2018, p. 62 s.

⁶²⁰ Y. PICOD, *Le devoir de loyauté dans l'exécution du contrat*, *op. cit.*, n° 11. L'auteur énonce qu'avec la transformation des contrats à l'époque contemporaine, « la qualité et la pérennité des relations contractuelles sont désormais privilégiées, l'honnêteté et l'exécution scrupuleuse des engagements ne suffisant plus à satisfaire les contractants ». Il prône l'exécution loyale du contrat : « Exécuter loyalement, c'est ne pas tirer profit de la moindre inexécution, c'est chercher à privilégier la stabilité des relations contractuelles par rapport à des intérêts strictement individuels ».

⁶²¹ K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart: Blockchain-Based Smart Contracts and The Social Workings of Law », *Engaging Science, Technology, and Society*, vol. 3, 17 février 2017, p. 5 ; 9 (en ligne : <https://estsjournal.org/index.php/ests/article/view/107>). L'auteur souligne que les parties peuvent trouver une utilité à ne pas exécuter et sans toutefois recourir aux sanctions légales ou contractuelles.

⁶²² J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, *op. cit.* p. 288-289 et p. 306-307. v. aussi, K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.*, p. 9-10, sur la possibilité d'agir dans l'ombre du droit.

⁶²³ Ce mouvement doctrinal américain est né à la fin des années des années 1950, notamment à l'Université de Chicago avec Richard Posner, et mené par des économistes et des juristes. Très fort aux Etats-Unis, ce mouvement s'est ensuite exporté en Europe où il n'a eu qu'un écho mitigé. Cette école étudie les règles de droit sous l'angle de leur utilité et de leur efficacité économique, afin « d'apprécier si elles permettent de maximiser les utilités individuelles et d'atteindre les objectifs fixés par la société », V. M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 161 ; S. BOLLEE, Y.-M. LAITHIER et C. PERES (dir.), *L'efficacité économique en droit*, *Economica*, 2010, p. 2. V. Aussi É. BROUSSEAU, « L'économiste, le juriste et le contrat », in *Études offertes à Jacques Ghestin : le contrat au début du XXI^e siècle*, LGDJ, 2015, p. 153-176.

⁶²⁴ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 161.

théorie de l'*efficient breach of contract*. Chaque fois que le contractant peut tirer un meilleur profit en sortant du contrat plutôt qu'en poursuivant l'exécution, l'inexécution est permise, sans prendre en compte d'autres données que celles évaluées monétairement⁶²⁵. Une certaine flexibilité⁶²⁶ dans l'exécution du contrat doit donc persister durant la vie du contrat.

213. La difficile prise en compte de la volonté de ne pas exécuter le contrat par la blockchain. Au regard de l'exécution irrésistible et automatique permise par la blockchain et de l'imperméabilité aux événements extérieurs, l'existence d'un accord postérieur au déploiement du smart contract ne pourrait en principe pas être pris en compte par la blockchain. Toute expression de la volonté des parties de ne pas exécuter le contrat et non anticipée lors de la formation du contrat a vocation à rester imperceptible devant la cécité de la blockchain. En principe, un *mutuus dissensus* est impossible à prendre en compte dès lors que l'exécution du smart contract est déjà enclenchée – même si les conditions nécessaires à l'exécution ne sont pas encore remplies. Les volontés des parties apparaissent figées au moment de la formation du contrat, voire du déploiement du smart contract ; en vain chercheront-elles à dire plus tard « nous ne voulons plus ». En ce sens, le contrat est plus que jamais un « acte de prévision »⁶²⁷, statique⁶²⁸.

Comment articuler les caractéristiques de la blockchain avec les possibilités d'inexécution licite ou d'*efficient breach of contract* dans le cas où le contrat est exécuté sur la blockchain ? Puisque l'inexécution est par définition écartée, il semblerait que l'on supprime la possibilité même de renoncer à l'exécution ou de rendre licite l'inexécution. La blockchain semble dès lors mettre fin à ces possibilités licites de ne pas exécuter le contrat. Les parties n'ont tout simplement pas de prise sur l'exécution du contrat une fois le smart contract déployé⁶²⁹. Que la volonté de ne pas exécuter soit mutuelle ou unilatérale, en faveur de la

⁶²⁵ L'analyse économique du droit poursuit une efficacité seulement en termes de coûts et ne prend pas en compte la confiance, la vie humaine, les relations commerciales fondées sur la réputation, etc. (v. sur le sujet, *Ibid.*, n° 162).

⁶²⁶ Prônant la possibilité de modifier les obligations contractuelles pour les adapter, É. BROUSSEAU, « L'économiste, le juriste et le contrat », *op. cit.*, p. 172 : « La logique de l'engagement ne doit pas s'opposer à une adaptation efficace des obligations des parties aux circonstances changeantes de leur environnement économique, technique, concurrentiel ». Il faut permettre une adaptation du contrat, « aménager des mécanismes de décision *a posteriori* chargés de spécifier au fur et à mesure des interactions les droits et devoirs concrets des parties ».

⁶²⁷ Selon l'expression de H. LECUYER, « Le contrat, acte de prévision », in *L'avenir du droit : mélanges en hommage à François Terré*, Dalloz, 1999, p. 643-659.

⁶²⁸ J. ROCHFELD, *Les grandes notions du droit privé*, PUF, 2013. Dans son chapitre sur le contrat, l'auteur montre (n° 7) que la durée est ignorée par le code civil : « l'écoulement du temps lors de l'exécution du contrat est censé ne pas avoir d'implication », le contrat est conçu comme un acte de prévision. « Tout l'avenir de la relation future est ainsi censé avoir été arrêté à la formation ». « La conception du contrat une fois conclu est celle d'un contrat statique » qui s'impose aux parties et au juge, « celle d'un contrat dénué de liens avec la société ». Le smart contract paraît s'inscrire dans cette perspective.

⁶²⁹ V. en ce sens, S. FARRELL, H. MACHIN et R. HINCHLIFFE, « Lost and found in smart contract translation », *op. cit.*, p. 6: « *this right to deliberately breach a contract is not consistent with the self-execution of coded terms. Such coded terms do not allow for deliberate breach because the terms are performed automatically. This represents another*

relation contractuelle ou des intérêts individuels d'une partie, elle ne peut en tant que telle être prise en compte par la blockchain si elle intervient après le déploiement du smart contract sur la blockchain.

214. Les conséquences de l'automatisation smart contractuelle. En définitive, recourir à un smart contract dont l'exécution est véritablement automatisée, c'est renoncer à la possibilité de l'inexécution licite, fermer la porte à l'opportunité de ne pas s'exécuter et notamment au pouvoir discrétionnaire du créancier de ne pas mettre en œuvre une clause de sanction. La question de la discrétion dans l'application des sanctions est particulièrement cruciale : si tout est automatisé, le créancier sera-t-il empêcher d'octroyer un délai de grâce à son cocontractant, en prenant en compte des circonstances extérieures au contrat mais qui, humainement, justifient une certaine flexibilité ? À défaut d'avoir programmé dans le smart contract le degré de flexibilité souhaité – mettre l'exécution en pause, arrêter le cours normal du smart contract, indiquer l'existence d'un cas de force majeure, prévoir des exceptions ou conditions particulières – l'exécution sera sans faille et imperturbable, ne laissant pas de place au pouvoir discrétionnaire d'appliquer ou non une clause du contrat.

L'automatisation induit une part de déshumanisation de la relation contractuelle à cet égard. Pour certains, permettre l'exécution parfaite en supprimant l'aléa humain ouvre la voie à la déshumanisation et à la robotisation⁶³⁰. Ces auteurs relèvent qu'appliquer l'automatisme à toutes les clauses du contrat aurait pour effet de supprimer tout pouvoir discrétionnaire et la flexibilité qui s'y attache, notamment quant à la mise en exécution des pénalités de retard, clauses pénales, et autres sanctions de l'inexécution stricte d'une obligation contractuelles. Alors, la prise en compte de l'humain et de tous ses aléas serait repoussée en dehors de la relation contractuelle dès lors que celle-ci est automatisée.

215. Des remèdes en demi-teinte. Pour que la volonté de ne pas exécuter le contrat puisse être transmise au smart contract, il faut nécessairement que la possibilité ait été envisagée lors de la programmation du smart contract. Les remèdes que représentent l'anticipation et l'éventualité d'un smart avenant, évoqués lors de l'étude de la formation du contrat⁶³¹, sont aussi ceux qui visent à composer avec l'immuabilité caractéristique de la blockchain. Ils sont ici envisagés comme des outils permettant aux parties de transmettre au smart contract leur

possible divergence between a traditional contract and coded terms of a contract.” (nous traduisons : ce droit de violer délibérément un contrat n'est pas compatible avec l'auto-exécution des clauses codées. De telles clauses codées ne permettent pas une violation délibérée car les clauses sont exécutées automatiquement. Cela représente une autre divergence possible entre un contrat traditionnel et les clauses d'un smart contract).

⁶³⁰ V. en ce sens, J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.* ; J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.* ; M. MEKKI, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*

⁶³¹ V. *supra*, sur ces aménagements du smart contract, §195 et suivants.

volonté afin qu'elle soit prise en compte pour arrêter ou modifier l'exécution du contrat : soit parce qu'une fonction aura été programmée dans le smart contract pour arrêter l'exécution en cas d'indication concordante des deux parties à la transaction, expression informatique du *mutuus dissensus* ; soit par la programmation informatique d'une clause de dédit ou de la faculté de rétractation ou encore de résiliation unilatérale.

Dans tous ces cas, il faut programmer le smart contract pour permettre aux parties – ou à un tiers impartial⁶³² – de lui communiquer leur volonté de ne pas exécuter le contrat ou de l'exécuter différemment. Comme évoqué précédemment, une telle possibilité affaiblit les atouts que représente l'exécution irrésistible, corollaire de l'immutabilité de la blockchain.

216. Après l'exécution non voulue. Que faire si l'exécution a effectivement eu lieu ? Si les parties sont d'accord, elles peuvent toujours convenir d'un nouveau smart contract pour effectuer une transaction contraire et replacer les parties dans leur situation *ex ante*⁶³³. Certes, la solution n'est pas des plus simples, car elle nécessite de programmer une nouvelle transaction. Mais c'est une issue informatiquement possible, même s'il faudra envisager les inconvénients liés aux restitutions *a posteriori*. En cas de désaccord entre les parties, le problème est différent : dans ce cas, l'exécution aura été voulue par l'une des parties (en principe le créancier). Il reviendra au débiteur de saisir le juge pour statuer sur l'exécution qu'il estime indue⁶³⁴.

La question est toute autre si l'exécution automatique s'est produite en violation de règles impératives.

2) *L'exécution automatique en tout état de cause et le risque d'indu*

217. Règles impératives rendant l'exécution illicite ou indue⁶³⁵. Dans certaines situations, la loi vient interdire ou empêcher l'exécution du contrat par les parties. Il s'agit de règles d'ordre public, de lois de police, qui s'imposent à la volonté des parties et la dépassent⁶³⁶.

⁶³² Ce tiers impartial, désigné par les parties, est un oracle qui sera chargé de communiquer les informations provenant du monde extérieur. Sur le rôle de l'oracle dans cette transmission d'informations, v. *infra*, §221.

⁶³³ Sur la possibilité de programmer une transaction inverse, v. *supra*, §197.

⁶³⁴ Sur l'exécution indue dans les smart contracts, v. *infra*, §672 s. et sur les restitutions subséquentes, §724 s.

⁶³⁵ Les conséquences de cette situation smart contractuelle illicite ou indue seront étudiées plus particulièrement au titre des règles applicables aux smart contracts (Partie 2).

⁶³⁶ Une loi de police est « une disposition impérative dont le respect est jugé crucial par un pays pour la sauvegarde de ses intérêts publics, tels que son organisation politique, sociale ou économique, au point d'en exiger l'application à toute situation entrant dans son champ d'application, quelle que soit par ailleurs la loi applicable au contrat » (Article 9 du Règlement Rome I).

Étudions l'hypothèse où un contrat est valablement formé et où les parties s'apprêtent à l'exécuter de façon conforme – il n'est pas question de l'exécution d'un contrat illicite ni de l'exécution non conforme d'un contrat, pour lesquelles les solutions classiques s'appliquent.

L'exécution du contrat par le smart contract est ici conforme à la volonté initiale des parties, mais elle n'aurait pas dû avoir lieu en application de la loi. Cette illicéité peut être illustrée avec la cessation des paiements et l'interdiction pour le débiteur placé en procédure collective ou de surendettement de payer ses créanciers⁶³⁷ ; pourquoi pas aussi avec l'embargo qui interdit, pour des raisons politiques, de vendre ou d'acheter certains biens à tel ou tel pays désigné. C'est encore le cas, dans une moindre mesure, du rééchelonnement des dettes ou de la suspension de l'exigibilité des créances autres qu'alimentaires qui peut être octroyée par la commission de surendettement aux particuliers qui en font la demande⁶³⁸ : ici, le juge autorise un débiteur à ne pas payer immédiatement. Il s'agit non pas d'une interdiction des paiements, mais d'un report d'exigibilité, autrement dit un cas d'inexécution licite pour le débiteur⁶³⁹.

Si l'exécution a lieu malgré tout, elle est certes conforme aux prévisions du contrat, mais se trouve illicite ou non due puisque n'ont pas été respectées des règles impératives interdisant l'exécution ou excusant le retard ou l'inexécution. Or ces règles poursuivent des buts politiques et sociaux de taille, notamment pour le droit des procédures collectives⁶⁴⁰, justifiant le bouleversement des prévisions des parties⁶⁴¹. On peut retrouver la même justification d'impératif social ou politique lorsqu'un état d'urgence dicte des règles

⁶³⁷ Article L.622-7 du code de commerce pour les procédures collectives et article L.722-2 du code de la consommation pour la procédure de surendettement. V. l'analyse de Y. GUYON, « Le droit des contrats à l'épreuve du droit des procédures collectives », in *Études offertes à Jacques Ghestin : le contrat au début du XXI^e siècle*, LGDJ, 2015, p. 405-418 : le paiement interviendra « au terme des formalités longues et complexes de la déclaration et de la vérification des créances » (n° 5), pénalisant alors le créancier du débiteur en procédures collectives. L'auteur juge que « la règle est sévère. Elle peut mettre le créancier en difficulté et provoquer des faillites en chaîne. Elle rompt l'égalité devant la concurrence puisque l'entreprise en redressement judiciaire continue ses activités en échappant temporairement aux obligations qui lui incombent normalement » (n° 14). Le smart contract empêcherait ces effets puisque chaque contrat se trouve exécuté.

⁶³⁸ Article L733-1 du code de la consommation : « (...) la commission peut, à la demande du débiteur et après avoir mis les parties en mesure de fournir leurs observations, imposer tout ou partie des mesures suivantes : 1° Rééchelonner le paiement des dettes de toute nature, y compris, le cas échéant, en différant le paiement d'une partie d'entre elles » pour une durée de sept ans maximum ; « (...) 4° suspendre l'exigibilité des créances autres qu'alimentaires pour une durée qui ne peut excéder deux ans ».

⁶³⁹ C. CHABAS, *L'inexécution licite du contrat*, *op. cit.*, n°s 320-321.

⁶⁴⁰ F. AUBERT, « Les finalités des procédures collectives », in *Prospectives du droit économique : dialogues avec Michel Jeantin*, Dalloz, 1999, p. 367-380 : l'auteur en dégage trois, sauvegarde des entreprises, maintien de l'activité et de l'emploi, apurement du passif. On peut aussi retenir l'égalité des créanciers. V. Y. GUYON, « Le droit des contrats à l'épreuve du droit des procédures collectives », *op. cit.*, n° 13 « C'est une égalité devant le malheur ». Sauf exceptions, « tous les créanciers ne pourront pas être payés en totalité à l'échéance initialement stipulée », c'est pourquoi on cherche à éviter des comportements qui rompent cette égalité.

⁶⁴¹ Y. GUYON, « Le droit des contrats à l'épreuve du droit des procédures collectives », *op. cit.*, n° 4 ; M.-H. MONSERIE, « Aperçu sur les apports récents de la confrontation du droit des procédures collectives et du droit des obligations », in *Prospectives du droit économique : dialogues avec Michel Jeantin*, Dalloz, 1999, n° 4 : « Le droit commun succombe à l'impératif de redressement des entreprises ».

impératives s'imposant aux parties ou que des moratoires sont offerts à un débiteur pour lui permettre de mieux payer s'il paye plus tard.

218. Exécution irrésistible et règles impératives. Comment concilier l'irrésistibilité de la blockchain avec ces règles impératives qui sont censées empêcher l'exécution ou autoriser une inexécution temporaire ? Du fait de l'irrésistibilité de la blockchain, l'exécution automatique a lieu sans que des événements extérieurs ne puissent en bouleverser le cours ; le contrat se retrouve exécuté conformément, mais de façon illicite ou indue. Si le contrat n'avait pas été exécuté par le biais d'un smart contract sur la blockchain, son exécution n'aurait pas été possible en raison d'une règle impérative l'interdisant ou bien l'inexécution (ou le retard dans l'exécution) aurait été excusée par la loi. Le code du smart contract viole des règles extérieures à la blockchain, qui s'imposent pourtant, du point de vue du droit, aux parties et interrompent en principe l'exécution du contrat⁶⁴². Des règles devront être adaptées pour permettre cette prise en compte pour le smart contract et réussir à sortir de cette impasse due à la cécité de la blockchain.

Cette caractéristique de cécité de la blockchain trouve une autre expression qui peut être un nouvel obstacle pour une utilisation contractuelle des smart contracts, à travers l'autonomie limitée qu'elle entraîne.

II. L'autonomie limitée de la blockchain

219. Si la blockchain est aveugle et ne peut pas rechercher des informations présentes dans le monde extérieur à la blockchain, celle-ci n'est autonome que tant que les transactions ne nécessitent pas d'informations *off-chain* pour être exécutées. Or, c'est rarement le cas et souvent les conditions du smart contract feront référence à des événements ou données du monde réel. En raison de la cécité native de la blockchain, un lien avec le monde extérieur se révèle indispensable dans de nombreux cas pour l'exécution du smart contract (A). Ce lien induit une nécessaire réintermédiation avec l'introduction des oracles, dont le rôle doit être analysé juridiquement (B).

⁶⁴² Le sujet est abordé également dans l'article S. FARRELL, H. MACHIN et R. HINCHLIFFE, « Lost and found in smart contract translation », *op. cit.*, p. 4 : les auteurs estiment qu'il faudra alors trouver une façon de sortir du smart contract pour se conformer aux lois applicables.

A. *L'obstacle technique : la cécité et la nécessité d'un lien avec le monde extérieur*

220. Les smart contracts et le monde extérieur : un lien indispensable. La blockchain étant aveugle, incapable d'obtenir des informations du monde extérieur par elle-même, cette caractéristique s'étend évidemment aux smart contracts qui y sont déployés. Si ces simples programmes informatiques sont auto-exécutants dès lors que les conditions prédéfinies sont indiquées comme remplies, l'automatisation totale est rarement possible du fait de ce caractère aveugle.

Le programme informatique n'est en effet exécuté automatiquement que lorsque les informations satisfaisant les conditions lui sont transmises, ce qui relèvera souvent d'évènements réalisés et constatés dans le monde physique extérieur. L'automatisation se trouve donc reléguée à un stade ultérieur de l'exécution de la transaction, sauf lorsque les conditions à remplir ne font pas appel à des données extérieures à la blockchain, mais à des données *on-chain* comme l'écoulement d'une période de temps⁶⁴³ ou l'exécution d'une autre transaction sur la blockchain concernée.

221. L'introduction d'un oracle. Rappel⁶⁴⁴. Dès lors que les conditions du smart contract sont liées à des données extérieures, il faudra que les parties transmettent d'une manière ou d'une autre au smart contract l'information nécessaire pour en déclencher l'exécution automatique⁶⁴⁵ ; le plus souvent, elles recourront à des tiers pour s'assurer de l'impartialité dans l'obtention de l'information afin d'indiquer le cas échéant la satisfaction de la condition concernée.

Ces tiers sont appelés oracles et peuvent être des tiers de confiance présents dans le monde réel, ou bien des oracles numériques sous forme de logiciels ou de flux de données connectés à des sites internet, ou encore des oracles décentralisés faisant appel à plusieurs

⁶⁴³ E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », *op. cit.*, p. 24. L'auteur en conclut : “*Trustless and algorithmic contracting is thus only truly possible in cases where the only input is the passage of time, and, importantly, where execution of the contract can also be achieved purely within the protocol*”, “*that is, where a naked blockchain asset is to be transferred between parties at a future predetermined time. This describes a class of agreements unlikely to be widely used in the foreseeable future*” (nous traduisons : La conclusion algorithmique de contrats sans confiance préalable n'est donc véritablement possible que dans les cas où la seule donnée nécessaire est le passage du temps et, surtout, où l'exécution du contrat peut également être réalisée uniquement dans le cadre du protocole informatique, c'est-à-dire lorsqu'un pur actif blockchain doit être transféré entre les parties à un moment prédéterminé dans le futur. Ce sont des accords qui ne seront probablement pas largement utilisés dans un avenir proche).

⁶⁴⁴ Sur les oracles et les smart contracts, v. *supra*, §101.

⁶⁴⁵ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 23: “*if a smart contract conditions payment on the occurrence of an off-chain event, it is necessary to involve a third party that will sign the unlocking script after verifying that the off-chain event has taken place.*” (nous traduisons : si un smart contract conditionne le paiement à la survenance d'un événement hors chaîne, il est nécessaire d'impliquer une tierce partie qui signera le script de déverrouillage après avoir vérifié que l'événement hors chaîne a bien eu lieu).

utilisateurs du réseau pour qu'une majorité d'entre eux transmette l'information regardée comme vraie⁶⁴⁶. Dans tous les cas, l'oracle désigné se contente de se signer avec sa clé privée le smart contract au moment voulu, indiquant que l'évènement *off-chain* prévu comme condition est vérifié : l'oracle n'intègre pas l'information elle-même dans la blockchain mais indique seulement que la condition est remplie ou non⁶⁴⁷.

B. Les oracles et le droit

222. Le point de vue juridique du recours aux oracles. Si la blockchain est souvent présentée comme un outil de désintermédiation des transactions, ce mouvement n'est pas total dès lors que le lien avec le monde extérieur doit être établi et les oracles peuvent alors être analysés comme un outil de réintermédiation (1). Or, à partir du moment où un intermédiaire s'insère dans un schéma d'exécution en principe irrésistible, des failles potentielles sont réintroduites et un nouveau contentieux peut naître : les conséquences juridiques du recours aux oracles sont multiples (2).

1) Les oracles, outil de réintermédiation

223. Les oracles, outil de réintermédiation. En raison de sa caractéristique décentralisée et distribuée, la blockchain fonctionne sans organe central ni autorité de contrôle : en ce sens, elle permet de se défaire des intermédiaires classiques que sont les banques, les États, les institutions financières. Ainsi la désintermédiation est-elle souvent présentée comme un but de la blockchain ; cette tendance s'inscrit d'ailleurs dans la lignée de la pensée libertarienne des crypto-anarchistes appelés « *cypherpunks* », où la première blockchain puise une inspiration certaine⁶⁴⁸. Toutefois, l'autonomie de la blockchain toute relative : une médiation est bien souvent indispensable pour vérifier les conditions d'un smart contract – cet outil techno-contractuel n'est pas l'idéal désintermédié absolu. Un auteur formule une critique virulente à l'encontre de la blockchain à cet égard, estimant que cette technologie est inutile si un lien doit être établi avec l'extérieur⁶⁴⁹ – mais à quoi servirait un outil déconnecté du monde

⁶⁴⁶ Sur les différents types d'oracles, v. *supra*, §102.

⁶⁴⁷ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 23.

⁶⁴⁸ Sur les *cypherpunks* et l'idéologie libertarienne, v. *supra*, §18 et §53.

⁶⁴⁹ E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », *op. cit.* ; et des auteurs s'interrogent sur l'opportunité même de recourir à des smart contracts sur la blockchain dès lors que le lien avec le monde extérieur est indispensable : E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 3.

réel ? Il est certain qu'une utilité réelle existe, ne serait-ce que pour nouer des échanges économiques corrélés avec des activités humaines.

Ainsi, la nécessité du lien avec le monde extérieur induit une réintermédiation par le recours à un oracle. Une double exigence surgit : un oracle fiable et une source de données fiable⁶⁵⁰.

224. Le choix d'un oracle fiable. La nature de l'oracle choisi dépendra des données à vérifier : les parties pourront choisir des oracles logiciels, utilisant des flux de données ou des capteurs connectés. Dans tous les cas où il s'agira d'évaluer objectivement des événements du monde extérieur et de permettre la réalisation d'obligations facilement traduisibles en code informatique, ce type d'oracles sera tout désigné.

En revanche, s'il s'agit d'apprécier humainement, subjectivement une condition du smart contract, l'oracle sera plutôt un tiers de confiance non décentralisé, une personne physique à laquelle les parties contractantes font confiance⁶⁵¹. Les tiers de confiance traditionnels peuvent alors retrouver un rôle à jouer, repoussant le mythe de la désintermédiation par la blockchain⁶⁵², qui ne saurait en réalité fonctionner utilement sans aucun intermédiaire assurant un lien avec le monde extérieur.

225. Une occasion à saisir pour les professions juridiques. Les professions juridiques, tiers de confiance classiques et compétents pour certifier la véracité d'informations, pourraient tout à fait se positionner comme oracles pour permettre la réalisation des conditions subjectives des smart contracts⁶⁵³ – leur rôle consistera à évaluer *in concreto* la réalisation de conditions soit ambiguës, soit requérant une appréciation subjective et humaine des événements du monde réel⁶⁵⁴ ou d'un standard juridique pour évaluer la bonne exécution de l'obligation : certifier

⁶⁵⁰ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 23.

⁶⁵¹ V. en ce sens, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 124 : « *Unlike the blockchain itself, oracles are not fully decentralized. The contracting parties must, to some degree, trust the operator of the oracle and the authenticity of its data feed.* » (nous traduisons : Contrairement à la blockchain elle-même, les oracles ne sont pas entièrement décentralisés. Les parties contractantes doivent, dans une certaine mesure, faire confiance à l'opérateur de l'oracle et à l'authenticité de son flux de données) ; v. aussi M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *op. cit.*, §10.

⁶⁵² M. MEKKI, « Les mystères de la blockchain », *op. cit.* : « la blockchain n'entraîne pas une disparition des tiers de confiance mais un redéploiement de leur rôle » ; P. HEUDEBERT et C. LEVENEUR, « Blockchain, Disintermediation and the Future of the Legal Professions », *Cardozo International & Comparative Law Review*, vol. 4, n° 1, 2020, p. 284-285, sur le mythe de la désintermédiation, qui est en réalité une désinstitutionalisation.

⁶⁵³ V. en ce sens, M. MEKKI, « Les mystères de la blockchain », *op. cit.* : « cet Oracle, dont le rôle juridique semble crucial, ne devrait-il pas être un juriste (avocats, notaires, juristes d'entreprise) ou du moins être assisté d'un professionnel du droit ? » ; v. aussi J. GIUSTI, « La blockchain changera notre métier », *Revue de l'ACE*, n° 137, septembre 2016, p. 24.

⁶⁵⁴ THE CARDOZO BLOCKCHAIN PROJECT, « Smart Contracts » & Legal Enforceability, *op. cit.*, p. 6 (extrait original : « *they can assign to a human-based oracle the task of assessing promises that cannot easily be encoded into a smart contract, either because they are too ambiguous or because they require a subjective assessment of real world events* »).

qu'une livraison a eu lieu, qu'une partie a eu tel comportement raisonnable ou de bonne foi conformément aux prévisions contractuelles, etc.

Il est possible de penser aux notaires⁶⁵⁵, qui viendraient donner les données nécessaires pour l'exécution de smart contracts, en garantissant leur fiabilité⁶⁵⁶ : indiquer le décès d'une personne qui aurait prévu des dispositions testamentaires dans un smart contract pour transmettre des crypto-actifs à sa mort, ou l'achèvement d'un chantier pour débloquer les fonds d'une vente en l'état futur d'achèvement, et pourquoi pas le mariage de deux personnes pour permettre l'entrée en vigueur de leur *smart* contrat de mariage...

Les huissiers de justice pourraient tout autant tenir ce rôle de tiers de confiance numérique, eu égard à leur activité historique de constat de faits survenus dans la vie réelle, et se poser en certificateurs de l'exactitude des données lors de l'ancrage du smart contract et lors de son déroulement. L'huissier, délégataire de la puissance publique, permet de maintenir sur le plan juridique les garanties apportées sur le plan technique.

226. La qualité des informations à transmettre. L'autre enjeu relatif aux oracles est de réussir à s'assurer de la transmission fiable et vérifiée des informations nécessaires à la réalisation des conditions d'exécution. Au-delà du choix de l'oracle, c'est la fiabilité des informations elles-mêmes qui doit être assurée. Si l'oracle est décentralisé ou est un logiciel, il faut qu'il puise ses informations dans des sources sûres et incorruptibles ; il peut s'agir de sites internet fiables et officiels : par exemple, le site des Aéroports de Paris pour déclencher le versement d'une indemnité si un vol est annoncé comme annulé au départ de l'aéroport d'Orly ; ou encore, des sites de streaming de musique (Spotify, Deezer, YouTube) pour déclencher des micropaiements aux personnes concernées à chaque fois qu'un titre est écouté. Quant aux oracles personnes physiques, il relèvera de leur responsabilité de vérifier la véracité de l'information nécessaire pour satisfaire la condition prédéfinie du smart contract.

2) *Les conséquences du recours aux oracles*

227. L'intermédiation par l'oracle, source de failles. Au-delà de l'impossibilité d'une désintermédiation totale, la réintroduction de tiers à la transaction, qu'ils soient humains, logiciels ou objets connectés, a pour effet corrélatif d'affaiblir la certitude et la sécurité octroyée

⁶⁵⁵ V. P. HEUDEBERT et C. LEVENEUR, « Blockchain, Disintermediation and the Future of the Legal Professions », *op. cit.*, p. 316-317.

⁶⁵⁶ D. COIFFARD, « La Blockchain a un sens pour répartir une partie de la confiance en rendant une information infalsifiable mais cette confiance est très en deçà de celle conférée par le notaire », *RLDC*, n° 147, avril 2017, p. 37.

par la blockchain elle-même et par l'automaticité programmée du smart contract⁶⁵⁷. Si l'oracle est extérieur à la blockchain, il n'est pas décentralisé et doit être digne de confiance : l'oracle humain n'est pas en tant que tel une source infaillible d'information⁶⁵⁸. En effet, un oracle personne physique, même s'il s'agit d'un tiers de confiance traditionnel, peut tout à fait être corrompu ou commettre une erreur. Cela reviendra alors à transmettre au smart contract une information fausse, volontairement ou non. Ainsi, dès que l'on sort du schéma décentralisé et purement informatique, l'erreur ou la fraude peuvent réapparaître⁶⁵⁹.

Toutefois, ce risque pourrait être réduit en cas de recours à des oracles décentralisés en utilisant une méthode de consensus : si les utilisateurs formant l'oracle sont incités financièrement et à long terme à donner la bonne information et à être d'accord entre eux, la corruption n'aura plus de prise sur eux – du moins dans la mesure où le mécanisme de consensus est suffisamment bon pour donner la confiance nécessaire aux parties ayant recours à l'oracle décentralisé⁶⁶⁰. Il est fortement recommandé aux parties de recourir, autant que de possible, à un consensus d'oracles ou de sélectionner en amont la source d'informations pour éviter un contentieux *ex post*.

228. Les conséquences de la transmission d'une information erronée sur l'exécution du smart contract. Qu'il le fasse volontairement ou non, par une erreur d'analyse ou la consultation d'une source d'information faussée ou encore par corruption, l'oracle peut transmettre une information erronée, c'est-à-dire indiquer au smart contract que la condition à satisfaire est remplie [vraie] alors qu'elle ne l'était en réalité pas [fausse], ou inversement⁶⁶¹. Si les parties se retrouvent dans cette situation, qu'advient-il ?

Dans un cas, la condition est indiquée comme non remplie [fausse] alors qu'elle l'était. Le smart contract n'est pas déclenché et les parties se retrouvent dans la situation d'une

⁶⁵⁷ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 23 : “*the benefits of the trustless and incorruptible nature of the blockchain are easily lost once the smart contract requires information about off-chain events.*” (nous traduisons : les avantages de l'absence de confiance et de l'incorruptibilité de la blockchain sont facilement perdus dès lors que le smart contract requiert des informations sur des événements hors chaîne).

⁶⁵⁸ *Id.* : l'auteur rappelle que l'oracle – ou sa source d'information – peut être corrompu.

⁶⁵⁹ V. en ce sens, J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 6, qui fait le parallèle avec un distributeur automatique : il explique qu'un distributeur ne peut pas subir la pression d'une arme pointée vers lui, en revanche le technicien qui vient recharger la machine y sera évidemment sensible. Il faut donc un système décentralisé et informatisé pour éviter la fraude ou la corruption.

⁶⁶⁰ *Ibid.*, p. 15 ; E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 23 : “*it may be necessary to create a network of oracles, which obtain the information from multiple independent data sources. In such instance, the off-chain event triggering payment must be confirmed by multiple oracles, i.e. the payment will be released once N-of-M oracles sign the unlocking script.*” (nous traduisons : il sera peut-être nécessaire de créer un réseau d'oracles, qui obtiennent les informations de plusieurs sources de données indépendantes. Dans ce cas, l'événement hors chaîne qui déclenche le paiement doit être confirmé par plusieurs oracles, c'est-à-dire que le paiement sera libéré une fois que tant d'oracles auront signé le script de déverrouillage).

⁶⁶¹ V. J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 15.

inexécution illicite. Dans l'autre cas, la condition est à tort indiquée comme remplie [vraie] et le smart contract peut s'auto-exécuter. Le résultat est celui d'une exécution contraire aux prévisions du contrat. Des solutions devront être proposées au stade de l'étude du régime des smart contracts afin de réparer les conséquences d'une inexécution illicite ou d'une exécution indue⁶⁶².

229. La responsabilité de l'oracle tiers de confiance. De surcroît, les parties peuvent avoir subi un préjudice causé par l'erreur commise par l'oracle, dans le cas de l'inexécution illicite, du retard dans l'exécution ou encore de l'exécution indue. La responsabilité de l'oracle pourrait se voir engagée par la partie victime de l'erreur, si un lien de causalité est bien établi entre le manquement de l'oracle et le préjudice subi. Restera alors à déterminer si c'est un lien contractuel qui unit les parties à leur tiers de confiance qui ne fait que transmettre une information au smart contract ou s'il faut agir sur le terrain délictuel. L'analogie avec la responsabilité du notaire⁶⁶³, par exemple conseil des parties dans le cadre d'une vente immobilière, est très éclairante. Le tiers de confiance transmet les informations indispensables à la transaction et en cas de faute de sa part⁶⁶⁴, c'est sa responsabilité délictuelle qui peut être engagée, sur le fondement de son obligation d'information (voire son devoir de conseil), en tant qu'officier ministériel⁶⁶⁵. Il en est de même pour la responsabilité de l'huissier pour les constats qui lui sont demandés⁶⁶⁶. Quant à l'avocat rédacteur d'actes, il encourt en revanche une responsabilité de nature contractuelle envers son client et délictuelle envers les tiers⁶⁶⁷. Ainsi, lorsque les parties choisiront un tiers de confiance traditionnel parmi les professions juridiques à titre d'oracle pour leur smart contract, sa responsabilité en tant qu'oracle pourra être engagée de la même manière que pour une opération classique et en dehors de la blockchain, si son comportement fautif a porté préjudice à l'une ou l'autre des parties à la transaction. Restera

⁶⁶² V. *infra*, §683 s. sur les sanctions de l'inexécution et §724 sur le régime des restitutions.

⁶⁶³ V. sur le sujet, P. LE TOURNEAU *et al.*, *Droit de la responsabilité et des contrats régimes d'indemnisation 2021/2022*, Dalloz, 2020, n° 3324.30 s. : la responsabilité du notaire sera ainsi de nature contractuelle lorsqu'il agit comme mandataire (n° 3324.44), mais délictuelle lorsqu'il agit comme officier ministériel (n° 3324.47) ou envers les tiers (n° 3324.50).

⁶⁶⁴ v. D. LEPETIER et C. BIGUENET-MAUREL, *Responsabilité civile du notaire*, Editions Francis Lefebvre, 2020, n° 76, sur les fautes que le notaire peut commettre. Ainsi, il peut « transgresser deux types d'obligations, les unes visant à assurer l'efficacité juridique et pratique des actes qu'il rédige (tels que le contrôle des droits transmis, la vérification de l'identité et de la capacité des parties, la publication des actes), les autres visant à vérifier que le client en a saisi l'entière portée ». On voit le parallèle possible avec la mission du tiers de confiance, certes bien moindre, qui doit vérifier l'exactitude d'informations dans le monde réel, et les transmettre ensuite au smart contract.

⁶⁶⁵ P. LE TOURNEAU, *Droit de la responsabilité et des contrats régimes d'indemnisation, op. cit.*, n° 3324.47. La nature délictuelle de la responsabilité est surtout fondée sur le devoir de conseil du notaire et la règle vaut « tant pour la tâche d'authentification et de rédaction d'actes que pour celle de conseil, qui en est le préalable et le complément ».

⁶⁶⁶ Également en sa qualité d'officier ministériel : *Ibid.*, n° 3324.23.

⁶⁶⁷ *Ibid.*, n° 3325.17; 3325.19.

alors à déterminer la nature de cette responsabilité, selon l'existence ou non d'un contrat entre les parties et l'oracle⁶⁶⁸.

Ce raisonnement paraît en revanche particulièrement difficile à mettre en œuvre pour le cas où les parties choisissent de recourir à un logiciel ou à un consensus d'oracles décentralisé. En effet, que ce soit contre un logiciel ou un consensus d'utilisateurs, une action en responsabilité contre l'oracle ne pourrait pas aboutir, eu égard au pseudonymat ou à l'absence de personnalité juridique de l'oracle. Pour une solution efficace et utile, il peut être conseillé aux parties de prévoir le cas dans une clause du contrat stipulant que les parties acceptent le recours à un consensus d'oracles ou à un logiciel oracle et reconnaissent comme vraies les informations transmises par l'oracle choisi. En cas d'erreur avérée et reconnue par les deux parties, une fonction pourrait être prévue dans le smart contract pour en contrer les effets⁶⁶⁹.

230. Conclusion de la section. Une exécution irrésistible, qui ne prend pas en compte les événements du monde extérieur à la blockchain peut être tout à fait avantageuse lorsque tout se passe comme l'avaient prévu les parties. Les prévisions des parties sont comme gravées dans le marbre. Mais cette imperméabilité empêche alors de prendre en compte des circonstances nouvelles : la volonté d'une partie de ne pas exécuter, l'application d'une norme impérative, un délai de paiement autorisant un retard dans l'exécution... Des restitutions devront certainement être opérées.

De plus, la blockchain est imperméable au monde extérieur, et c'est précisément cette autonomie qui devrait constituer sa force en permettant une exécution irrésistible des smart contracts qui y sont déployés. Or, l'autonomie de la blockchain est limitée pour la simple raison que la plupart des transactions sont liées au monde extérieur. Il faudra donc faire appel à un tiers de confiance, l'oracle, et ainsi opérer une réintermédiation, pour obtenir les données nécessaires au déclenchement de l'exécution automatique. Si ces oracles peuvent permettre de sortir de l'impasse de l'imperméabilité, ils sont aussi source de failles éventuelles et réduisent en conséquence l'intérêt du recours à un instrument techno-contractuel présenté comme auto-exécutant.

231. Conclusion du chapitre. Au stade de la formation du contrat, deux caractéristiques techniques de la blockchain sont apparues comme de potentielles difficultés à l'utilisation contractuelle des smart contracts. D'une part, l'absence d'identification des parties en cas de

⁶⁶⁸ V. *infra*, §713.

⁶⁶⁹ Avec toutes les limites qu'induit une fonction d'arrêt ou d'avenant du programme informatique... v. *supra*, §197-198.

véritable pseudonymat des parties, empêchant le recours au juge. Toutefois, il est probable que l'identité sera révélée lorsque les smart contracts seront utilisés dans le cadre de relations commerciales ou consoméristes, afin de préserver l'effectivité des droits des parties. D'autre part, l'impossibilité relative de modifier le smart contract une fois déployé sur la blockchain. Cette caractéristique devra être prise en compte lors de la rédaction du smart contract en anticipant le mieux possible les situations susceptibles de survenir.

Au stade de l'exécution du contrat par le smart contract, c'est la cécité de la blockchain qui s'avère être un obstacle de taille. Incapable d'observer directement les circonstances extérieures, la blockchain ne permet qu'une exécution automatique irrésistible sans prise en compte d'élément extérieur, rendant le smart contract très rigide. Et si des conditions *off-chain* doivent être vérifiées, il faudra avoir recours à un tiers, l'oracle. Si celui-ci peut être source de failles, il serait intéressant de recourir à des oracles provenant des professions juridiques classiques afin d'assurer une fiabilité renforcée de ces tiers essentiels au bon fonctionnement des smart contracts. Toutes ces caractéristiques doivent donc être intégrées par les parties souhaitant recourir à un smart contract, afin d'éviter de se retrouver dans une impasse.

Au-delà des caractéristiques propres à la blockchain, ce sont les smart contracts eux-mêmes qui peuvent être difficiles d'utilisation en raison de leur rédaction en code informatique : ce langage particulier, très technique et inflexible, est constitutif d'obstacles à une bonne utilisation contractuelle des smart contracts.

Chapitre 2 – Les obstacles liés à l'utilisation du code informatique

232. Le code informatique recèle à son tour des caractéristiques qui paraissent incompatibles avec le droit des contrats, à commencer par le fait que le langage informatique n'est pas compréhensible de la plupart des individus. Le code informatique peut aussi contenir des failles qui en perturbent l'application. Alors que le recours au code informatique devrait chasser tout aléa, des erreurs peuvent toujours venir perturber cette prévision. Ces faiblesses du code informatique ont alors des répercussions à tous les stades de la vie contractuelle. De même que pour l'étude des obstacles liés à la blockchain, il apparaît nécessaire d'étudier la façon dont le recours au code informatique peut avoir des incidences problématiques dont il faut tenir compte lors de la formation du contrat (Section 1) et comment le code informatique peut être source de perturbations pour l'exécution du contrat (Section 2).

Section 1 – La formation du contrat et le code informatique

Section 2 – L'exécution du contrat et le code informatique

Section 1 – La formation du contrat et le code informatique

233. Le code informatique, un langage peu intelligible et inflexible. Le smart contract est un programme informatique avant toute chose, rédigé suivant un langage technique et rigide, loin du langage naturel. Les parties au smart contract peuvent se retrouver démunies devant les lignes de code informatique... et ce d'autant plus lorsqu'une utilisation contractuelle des smart contracts est envisagée : il faut être certain que le smart contract s'exécutera conformément à la volonté des parties. Le langage informatique représente alors deux séries d'obstacles.

D'une part, comme nouveau langage technique, le code informatique apparaît inintelligible pour l'utilisateur lambda, ce qui doit alerter au stade de la rédaction et de la vérification du smart contract (I). D'autre part, en tant que langage technique inflexible, le code informatique doit pouvoir s'exécuter automatiquement et mathématiquement ; il ne peut intégrer des références à des notions larges, floues, sujettes à interprétation. La rédaction d'un contrat en code informatique semble laisser peu de place aux standards juridiques en raison de cette inflexibilité (II).

I. L'inintelligibilité du code informatique

234. Reprenons l'exemple du smart contract d'option d'achat précédemment exposé pour illustrer la rédaction d'un smart contract⁶⁷⁰ :

Consider a basic options contract. A call options contract entitles the holder to buy a given security at a defined price. In our example, Alice buys our "smart options contract" from Bob. The contract entitles Alice to purchase 100 shares of Acme Inc from Bob at a defined price of \$50 per share. The contract has an expiry date, after which Alice is no longer entitled to buy the share at the defined "strike price".

Expressed in pseudo-code, a simple "smart options contract" might look like this:

```
contract Option {
```

⁶⁷⁰ V. *supra*, §96. Source : <https://www.coindesk.com/blockchain-smarts-contracts-real-world-law> : Josh Stark, 11 avril 2016. (Nous traduisons : Considérons un contrat d'option d'achat de base. Un contrat d'option d'achat permet à son détenteur d'acheter un titre donné à un prix défini. Dans notre exemple, Alice achète notre « smart contract d'option d'achat » à Bob. Le contrat permet à Alice d'acheter à Bob 100 actions d'Acme Inc. à un prix défini de 50 dollars par action. Le smart contract a une date d'expiration, après laquelle Alice n'a plus le droit d'acheter l'action au « prix d'exercice de l'option » défini.

Exprimé en pseudo-code, un simple « smart contract d'option d'achat » pourrait ressembler à ceci).

```

strikePrice = $50

holder = Alice

seller = Bob

asset = 100 shares of Acme Inc.

expiryDate = June 1st, 2016

function exercise ( ) {

    If Message Sender = holder, and

    If Current Date < expiryDate, then

        holder send($5,000) to seller, and

        seller send(asset) to holder

}

```

L'exemple est très clair : le smart contract consiste purement et simplement en une succession de lignes de code informatique⁶⁷¹, appelé *code source⁶⁷². En tant que tel, le smart contract apparaît inintelligible pour toute personne non initiée : seuls les codeurs sont en mesure de rédiger des smart contracts et il n'est pas certain que les parties à la transaction comprennent intrinsèquement le code informatique qu'elles n'ont pas rédigé. En conséquence, pour toute partie non initiée au code informatique, des précautions s'imposent et souvent, il faudra s'en remettre à un tiers rédacteur.

235. Langage naturel et langage formel. Le code informatique est un langage formel, par opposition aux langages naturels que sont les langues couramment parlées : le langage dit formel est celui de l'ordinateur tandis que le langage dit naturel est celui de l'humain⁶⁷³.

⁶⁷¹ Même si ce langage informatique de haut niveau contient des mots en anglais que l'on peut comprendre indépendamment.

⁶⁷² V. l'explication très claire, en anglais, sur le code informatique et les distinctions intrinsèques entre code de haut niveau et code de bas niveau, dans le rapport britannique sur les *smart legal contracts* : LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, p. 8. Et *infra*, pour le détail illustré et expliqué, §239.

⁶⁷³ J. G. ALLEN, « Wrapped and Stacked: "Smart Contracts" and the Interaction of Natural and Formal Languages », *European Review of Contract Law*, vol. 14, n° 4, 7 août 2018, p. 307-343 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3297425>) ; J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 4 : l'auteur explique simplement cette distinction des langages formel et naturel : « *Natural languages are used by people to communicate with each other. They can evolve entirely without conscious direction, like English and Mandarin, or they can be created, like Klingon and Esperanto. Formal languages include programming languages, which consist of commands to a computer, as well as various mathematical and logical formalisms* » (nous traduisons : les langages naturels sont utilisés par les gens pour communiquer entre eux. Ils peuvent évoluer entièrement sans direction consciente,

L'utilisation d'un langage de programmation formel est une barrière pour les non-initiés (A), alors même que les similitudes avec le langage juridique ne sont pas négligeables. Quelques atténuations pratiques doivent cependant être apportées à cette inintelligibilité du code informatique : des solutions particulières permettent de ne pas se retrouver tout à fait démunis devant le code informatique (B).

A. *L'obstacle technique : la barrière du langage informatique*

236. L'inintelligibilité d'un langage nouveau : le code informatique. Le smart contract, simple programme informatique, doit par essence être exprimé dans un langage pouvant être lu et mis en œuvre par une machine de Turing⁶⁷⁴ universelle, c'est-à-dire par un ordinateur. Le langage du smart contract doit nécessairement être formel et informatisable⁶⁷⁵ ; c'est-à-dire qu'il doit être écrit en code informatique et être programmé. La programmation, aussi appelée codage, « consiste à organiser les données dans des programmes pour les traiter », en envoyant des instructions « de façon à classer, compter, déchiffrer les données dont on peut isoler la structure répétitive »⁶⁷⁶. Ainsi, le programme informatique est une suite d'instructions à traiter en fonction des données.

Le code informatique, en ce qu'il est un ensemble d'instructions dédiées à l'exécution par ordinateur, est un langage technique et qui répond à des règles précises, comme une grammaire très poussée. Cela signifie que tout un chacun n'est pas capable de lire ou d'écrire ce langage, à moins d'avoir appris à s'en servir. Bien que les fonctions des programmes informatiques de haut niveau⁶⁷⁷ puissent être indirectement compréhensibles dès lors qu'elles sont écrites en anglais, il est certain qu'une personne n'ayant pas reçu de formation en programmation informatique ne sera pas capable de comprendre l'ensemble des lignes de code informatique, d'y donner un sens ou encore de déchiffrer les conditions posées et les actions programmées par le programme informatique.

comme l'anglais et le mandarin, ou être créés, comme le klingon et l'espéranto. Les langages formels comprennent les langages de programmation, qui consistent à envoyer des instructions à un ordinateur, ainsi que divers formalismes mathématiques et logiques).

⁶⁷⁴ Sur le fonctionnement de l'EVM, Ethereum Virtual Machine, v. *infra*, §269.

⁶⁷⁵ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 15 : «*Logically, as natural language cannot be directly executed by a computer, self-enforcement requires that the terms of the smart contract be computer-readable.*» (nous traduisons : logiquement, comme le langage naturel ne peut pas être directement exécuté par un ordinateur, l'auto-exécution nécessite que les termes du smart contract soient lisibles par ordinateur) ; dans le même sens, v. J. M. LIPSHAW, « The Persistence of "Dumb" Contracts », *op. cit.*, p. 32.

⁶⁷⁶ A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Justice digitale*, *op. cit.*, p. 33.

⁶⁷⁷ V. *infra* sur les différents niveaux de code, §239.

237. L'illettrisme des non-initiés face au code informatique. La véritable barrière est donc celle du langage. Seuls ceux qui comprennent le code informatique, qui maîtrisent les algorithmes, qui écrivent des programmes, sont capables de développer les applications et modérer l'avenir de ces technologies. Des auteurs pointent ce bouleversement la perception de la société : nous – les non-initiés au code informatique⁶⁷⁸ – sommes des illettrés, des analphabètes de ce monde nouveau⁶⁷⁹. En conséquence, à l'image des scribes en Mésopotamie, apparaissent des spécialistes du déchiffrement du code : ainsi, nous dépendons non pas des machines mais des informaticiens⁶⁸⁰ – et il en est de même pour les juristes. Cette réflexion s'applique de toute évidence aux smart contracts, qui sont par essence des programmes informatiques : si l'une ou l'autre des parties, voire les deux, ne sont pas mesure de rédiger le smart contract, elles ne peuvent pas davantage vérifier ce qui y est inscrit ni son fonctionnement pratique⁶⁸¹.

238. Exemple. Le code d'un smart contract. Il suffit de regarder un extrait de smart contract pour se convaincre de notre illettrisme informatique. Voici un autre exemple de code informatique : celui d'un smart contract de prêt pour l'achat de biens, sans intérêts, où le créancier peut demander le prêt à tout moment entre les jours t1 et t2⁶⁸² :

```
loan(goods, principal, penalty, t1, t2) =
  counterpartySecurity = pledge(allGoods(Counterparty))
  with to Counterparty getTitle(goods)
  loanPayment(principal, t1, t2)
  with when breachedPerformance(loanPayment)
    to Holder foreclose(counterpartySecurity, penalty)
  loanPayment(principal, t1, t2) =
```

⁶⁷⁸ Quand on sait que l'illectronisme (illettrisme numérique c'est-à-dire l'absence de maîtrise des compétences numériques simples) concerne 17% de la population française en 2019 soit plus de 30 ans après l'arrivée de l'Internet dans les foyers (INSEE, « Une personne sur six n'utilise pas Internet, plus d'un usager sur trois manque de compétences numériques de base », *op. cit.*), on se rend compte combien infime est la part de la population capable de coder correctement un programme informatique...

⁶⁷⁹ Selon eux, le « digital » est une nouvelle étape de l'écriture, après la Mésopotamie, l'alphabet, la lecture mécanique par adjonction de consonnes et de voyelles, puis l'imprimerie, outil de la généralisation et de démocratisation du texte. L'informatique est une nouvelle écriture, qui plonge la plupart d'entre nous dans un illettrisme total. A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Justice digitale, op. cit.*, p. 37.

⁶⁸⁰ En cela, les programmeurs ont une supériorité très nette : capables de dialoguer avec les ordinateurs en leur envoyant des instructions et de bâtir les couches protocolaires des réseaux, ils sont des intermédiaires indispensables pour la mise en œuvre de la moindre interaction entre utilisateurs des réseaux. Selon MM. Garapon et Lassègue, « c'est sans doute la raison pour laquelle cette perte de contrôle a été mythiquement interprétée par une prise de pouvoir des ordinateurs. En réalité, il s'agit d'une prise de pouvoir... des informaticiens » (*Id.*).

⁶⁸¹ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 16.

⁶⁸² Exemple tiré de N. SZABO, « A Formal Language for Analyzing Contracts », sur *Nakamoto Institute*, 2002 (en ligne : <https://nakamotoinstitute.org/contract-language/>).

```
when withinPeriod(t1,t2)
  when choiceOf(Holder)
    to Holder principal
```

Bien difficile d’y reconnaître un contrat... et pourtant, le langage utilisé provient de l’anglais, mais la syntaxe est toute autre que celle utilisée dans le langage naturel que nous comprenons : il s’agit du code informatique. Le résultat est une succession de lignes de code, indéchiffrables à défaut d’avoir été formé à ce langage nouveau et différent⁶⁸³.

239. Du langage naturel au langage exécutable par ordinateur. Il existe en réalité plusieurs niveaux de langage informatique : on ne passe pas directement du français ou de l’anglais à une suite de nombres lisible par l’ordinateur, qui constitue l’étape ultime : l’écriture numérique⁶⁸⁴. Des programmes intermédiaires permettent de faire le lien entre le langage naturel et l’écriture numérique, avec plusieurs niveaux progressifs de « numérisation » du langage naturel vers le langage formel, ou inversement⁶⁸⁵. Les deux niveaux principaux sont simplement appelés code de haut niveau, ou code source, et code de bas niveau ou code machine⁶⁸⁶.

Un auteur explique ainsi les différents niveaux de formalisation du langage. Il propose un exemple où une personne propose à la vente des obligations (« *bonds* ») représentant 100 ethers, la cryptomonnaie de la blockchain Ethereum, en les vendant à leur valeur nominale (exemple 1, en anglais – *langage naturel*).

⁶⁸³ Ce langage reste évidemment intelligible pour les codeurs : « Un smart contract est habituellement rédigé dans un langage informatique de haut niveau, lisible par tout développeur. Le code est ensuite compilé (transformé) dans un langage machine puis déployé sur un réseau blockchain » (*Les enjeux des blockchains, op. cit.*, p. 95).

⁶⁸⁴ A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Justice digitale, op. cit.*, p. 33. *In fine*, « les instructions du programme ont la même forme que les données qu’elles doivent traiter : ce sont dans les deux cas des suites de nombres ».

⁶⁸⁵ *Ibid.*, p. 35. Ce sont alors des codages intermédiaires, qui permettent de « relier le niveau du traitement opéré par l’ordinateur et celui des langages de programmation proprement dits, qui relèvent déjà de la compréhension du sens ».

⁶⁸⁶ V. LAW COMMISSION, *Smart legal contracts, op. cit.*, p. 8 : “Code is, in its simplest form, a language used to give instructions to computers. A computer program is a collection of instructions written in code and executed by a computer. We understand that the process of drafting a computer program will normally involve two steps:

(1) drafting the code in a “high level” programming language, generally known as source code; and
(2) ultimately converting the source code into a “low level” programming language, generally known as machine code. Typically, machine code is in binary form.” (nous traduisons : le code est, dans sa forme la plus simple, un langage utilisé pour donner des instructions aux ordinateurs. Un programme informatique est un ensemble d’instructions écrites en code et exécutées par un ordinateur. Nous comprenons que la rédaction d’un programme informatique suit en principe deux étapes :

(1) la rédaction du code dans un langage de programmation de « haut niveau », généralement appelé code source ; et (2) *in fine*, la conversion du code source dans un langage de programmation de « bas niveau », généralement appelé code machine. Le code machine suit une forme binaire ».

Example 1.

For sale! Bonds worth 100 Ether, will sell at nominal value.

En écrivant cette offre en langage Solidity, langage de programmation de haut niveau utilisé pour les smart contracts sur la blockchain Ethereum, le résultat est très différent (exemple 2, en langage Solidity – *code source*)⁶⁸⁷ :

Example 2.

```
pragma solidity ^0.4.18;
contract sellBonds {
    uint bonds = 100000000000000000000;
    mapping (address => uint) balances;
    function buyBonds() payable {
        if(bonds>=msg.value) {
            balances[msg.sender] += msg.value;
            bonds -= msg.value;}
        else { throw; }
    }
    function checkBalances() constant returns (uint balance) {
        return balances[msg.sender];
    }
    function checkUnsoldBonds() constant returns (uint balance) {
        return bonds;
    }
}
```

Il explique ensuite que si le code rédigé en Solidity (exemple 2) peut être lu par une personne initiée au code informatique – ce qui, rappelons-le, ne concerne pas tout un chacun – car ce langage dit « de haut niveau » est assez proche du langage naturel, il doit encore être traduit en un langage de bas niveau, ou langage assembleur⁶⁸⁸ pour pouvoir être utilisé par l'ordinateur (exemple 3 – *code machine*).

⁶⁸⁷ J. J. SZCZERBOWSKI, « Place of Smart Contracts in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation », 9 novembre 2017, p. 336-337 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3095933>).

⁶⁸⁸ Un langage d'assemblage ou langage assembleur est, en programmation informatique, un langage de bas niveau qui représente le langage machine sous une forme lisible par un humain. Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Assembleur>

Example 3.

```
PUSH1 0x60 PUSH1 0x40 MSTORE PUSH9 0x3635C9ADC5DEA00000 PUSH1  
0x0 SSTORE CALLVALUE ISZERO PUSH2 0x1C JUMPI PUSH1 0x0 DUP1 REVERT  
[...]
```

Enfin, il est traduit en bytecode (exemple 4 – *code machine uniquement lisible par ordinateur*), qui ne peut plus du tout être lu par l’humain⁶⁸⁹ : il s’agit *in fine* de l’écriture numérique uniquement destinée à l’ordinateur.

Example 4.

```
606060405260043610610057576000357c0 [...]
```

240. Le smart contract, difficilement compréhensible. Il résulte de ce qui précède que le smart contract, c’est-à-dire le programme informatique rédigé en langage de haut niveau (code source) est peu compréhensible, même si des mots en anglais peuvent donner des indices sur le contenu du contrat. Dès lors que les parties n’ont pas de maîtrise de base du langage informatique, elles ne peuvent ni rédiger le code du smart contract, ni le vérifier. Telle est l’équation d’une dépendance certaine à l’égard de tiers compétents.

Toutefois, des atténuations peuvent être apportées à l’inintelligibilité. En effet, la pratique a développé des techniques ou solutions permettant d’améliorer la compréhension des lignes de code informatique et ainsi de pallier cette inintelligibilité intrinsèque.

B. Les solutions pour pallier l’inintelligibilité du code

241. Plusieurs solutions existent ou peuvent être envisagées pour rendre au code informatique une certaine intelligibilité. D’une part, des atténuations pratiques à l’inintelligibilité existent, permettant dans une certaine mesure de rendre le code compréhensible (1). D’autre part, il est fortement recommandé aux parties de faire procéder à une vérification du code informatique avant le déploiement du smart contract sur la blockchain, pour éviter de se retrouver piégées dans un smart contract défaillant ou non conforme à leurs volontés (2).

⁶⁸⁹ J. J. SZCZERBOWSKI, « Place of Smart Contracts in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation », *op. cit.*, p. 336-337.

1) Les atténuations pratiques à l'inintelligibilité du code

242. Les commentaires en langage naturel. Le code informatique est certes une succession de lignes d'instructions à l'ordinateur, mais il est possible pour le codeur d'inclure des commentaires dans son langage naturel (souvent en anglais, mais pourquoi pas en français)⁶⁹⁰. Ces commentaires, séparés du code exécutable par des barres obliques (deux slash : //), permettent d'indiquer l'action recherchée ou toute autre information à destination de l'œil humain et que l'ordinateur ne prendra pas en compte. Par exemple, lorsque Axa a mené son expérience Fizzy, le code du smart contract a été rendu accessible⁶⁹¹ et l'extrait suivant permet de rendre compte de cette utilisation des commentaires à des fins explicatives :

```
uint8 newStatus = 1;

// go through the list of all insurances related to the given flight
for (uint i = 0; i < insuranceList[flightId].length; i++) {

// we check this contract is still ongoing before updating it
if (insuranceList[flightId][i].status == 0) {

newStatus = 1;

// if the actual arrival time is over the limit the user wanted,
// we trigger the indemnity, which means status = 2
if (actualArrivalTime > insuranceList[flightId][i].limitArrivalTime) {
newStatus = 2;
}
// update the status of the insurance contract
insuranceList[flightId][i].status = newStatus;

// send an event about this update for each insurance
InsuranceUpdate(
insuranceList[flightId][i].productId,
```

⁶⁹⁰ Cette possibilité est également relatée par le rapport britannique sur les *smart legal contracts*, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts, op. cit.*, p. 9-11. Le rapport précise que les commentaires sont fréquents dans le code, et relèvent de bonnes pratiques afin d'expliquer l'intention du développeur et ce que le code devrait exécuter (nos 2.9-2.10).

⁶⁹¹ Et l'est toujours à cette adresse :

<https://etherscan.io/address/0xdc3d8fc2c41781b0259175bdc19516f7da11cba7#code>. Pour une explication des différentes fonctions du smart contract, v. <https://medium.com/@humanGamepad/fizzy-by-axa-ethereum-smart-contract-in-details-40e140a9c1c0>

```
flightId,  
insuranceList[flightId][i].premium,  
insuranceList[flightId][i].indemnity,  
newStatus  
);  
}  
}  
}
```

Il est donc envisageable d'inclure dans le code du smart contract des commentaires afin d'expliquer certaines fonctions et le but recherché par les parties. Bien sûr, cette solution est seulement une atténuation à l'inintelligibilité du code, car expliquer chaque fonction reviendrait à fortement alourdir le code source et à allonger le temps de rédaction du smart contract – sans parler des risques d'erreurs d'interprétation ou de traduction, qui seront étudiés à part entière⁶⁹². Mais on voit l'intérêt que représente cette possibilité technique, qui pourrait tout à fait être mise à profit pour certains smart contracts.

243. Le recours à des modèles de smart contract. Les parties peuvent également contourner l'inintelligibilité en utilisant des modèles de smart contracts, déjà développés et utilisés en pratique. Elles sauront ainsi à quoi sert le smart contract et seront informées des actions qu'il accomplit. Cette dynamique fait écho à celle de l'*open source*, où les créations sont en libre accès pour tous. Chacun contribue à l'amélioration des logiciels mis en ligne, et ce schéma se reproduit pour des bibliothèques de modèles de smart contracts⁶⁹³, qui pourraient profiter à tous et être progressivement améliorés. La vision de Pierre Catala, qui prônait la mise en place de bibles de contrats informatisés⁶⁹⁴, voit peu à peu le jour ; le parallèle peut être fait également avec les modèles de contrats d'affaires, qui circulent au gré des cabinets d'avocats et des affaires conclues⁶⁹⁵. Ces bibliothèques sont déjà en cours de constitution et foisonnent d'exemples, en particulier sur la blockchain Ethereum avec les standards ERC⁶⁹⁶.

⁶⁹² Sur les erreurs contenues dans le code informatique, v. *infra*, §280 s. et sur leurs conséquences, v. *infra*, §657 s.

⁶⁹³ V. B. JEAN et P. DE FILIPPI, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *op. cit.*, p. 5-6 : les auteurs prônent le développement des initiatives qui ont été lancées pour mettre à la disposition de tous des modèles de smart contracts, qui seront ainsi améliorés avec le temps. V. aussi *infra*, §330. C'est notamment le cas de la bibliothèque OpenZeppelin.com ou celle d'Openlaw.io.

⁶⁹⁴ V. *supra*, §128 et P. CATALA, « L'informatique et l'évolution des modèles contractuels », *op. cit.*

⁶⁹⁵ V. sur le sujet, R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, *op. cit.*, n° 55 : le recours aux modèles de nouveaux contrats d'affaires dans les cabinets anglo-saxons répandus dans le monde a contribué à faire éclore et à asseoir ces nouveaux contrats, inconnus des tribunaux et du code civil.

⁶⁹⁶ La bibliothèque OpenZeppelin propose ainsi des dizaines de smart contracts ERC en *open source*, tels que le ERC-20 Token Contract, smart contract basique de quelques dizaines de lignes de code pour créer et gérer des tokens fongibles) et le ERC-721 Token Contract, bien plus complexe, qui combine plusieurs smart contracts afin de gérer les tokens non fongibles, c'est-à-dire les NFT.

L'idée est que l'inintelligibilité ne sera progressivement plus un obstacle, car elle est surpassée, voire effacée, par l'approbation collective qui résulte de l'utilisation des modèles de smart contracts. Elle induit une confiance dans les modèles proposés et la communauté de codeurs⁶⁹⁷. Cette vision optimiste nécessite certes une adoption de masse et la mise en place de bonnes pratiques. Le temps seul permettra aux standards de se perfectionner grâce à leur utilisation répétée, comme cela a été le cas pour les modèles des contrats d'affaires et leurs innombrables clauses façonnées par la pratique⁶⁹⁸.

Si ces perspectives permettraient d'atténuer l'obstacle de l'inintelligibilité du code informatique au stade de la formation du contrat, elles ne suppriment pas, en tout état de cause, l'absence de compréhension qui découle de ce nouveau langage formel pour les non-initiés. Une vérification s'avère dès lors indispensable avant tout déploiement du smart contract.

2) *La vérification indispensable du code informatique*

244. Le dessaisissement des rédacteurs d'actes traditionnels au profit des programmeurs. Le juriste n'est pas connu pour ses compétences en informatique⁶⁹⁹ et cette incompétence se vérifie dans le domaine des smart contracts. À ce jour, un rédacteur d'actes n'a pas de compétence lui permettant de rédiger des smart contracts ou même simplement de vérifier le contenu d'un smart contract. Démunis face à cette nouveauté techno-contractuelle, les rédacteurs d'actes traditionnels ou les parties elles-mêmes doivent s'en remettre à un tiers qui détient cette compétence de lecture et d'écriture du code informatique. Une autre option serait d'utiliser des modèles de smart contracts pour leur transaction⁷⁰⁰. Dans les deux cas, une délégation de compétence s'opère au profit d'un tiers, identifié ou non, pour l'écriture du smart contract : c'est de nouveau un acte de confiance qui doit être fait par les parties, qui perdent ainsi une part de l'autonomie recherchée en se tournant vers l'utilisation de smart contracts déployés sur une blockchain.

⁶⁹⁷ C'est bien de la communauté que viennent au départ les modèles, progressivement améliorés. V. S. COHNEY *et al.*, « Coin-Operated Capitalism », *op. cit.*, p. 604-605, sur le standard ERC-20 (<https://ethereum.org/en/developers/docs/standards/tokens/erc-20/>) développé par la communauté Ethereum. Au fur et à mesure de leur réutilisation, les standards sont améliorés, et de nouveaux standards sont créés pour des utilisations voisines nouvelles.

⁶⁹⁸ V. en ce sens, R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, *op. cit.*, n^{os} 58-62.

⁶⁹⁹ Pourtant, il a un vrai rôle à jouer en ce domaine, comme le soulignait déjà Pierre Catala : « l'informatisation du droit est une chose trop sérieuse pour la laisser aux informaticiens ; les juristes ont un rôle majeur à jouer dans la définition des buts, des voies et des moyens » (P. CATALA, *Le droit à l'épreuve du numérique : jus ex machina*, PUF, 1998).

⁷⁰⁰ On se rapproche bien plus du modèle actuel de l'ère du numérique et de l'économie de services, où les modèles de contrats fleurissent et sont générés en quelques clics grâce aux legaltechs, comme c'est l'exemple de la start-up « Captain contrat » (<https://www.captaincontrat.com> et sur le sujet, v. P. WAGNER et M. WAGNER, « L'essor de la legaltech française : l'exemple de Captain Contrat », *op. cit.*). Sur les legaltechs, v. *supra*, §127.

245. La vérification indispensable du code informatique. L'inintelligibilité du code informatique associée à l'immutabilité de la blockchain ont des inconvénients : le smart contract ne peut être utilisé que dans les situations prévues et ne peut exécuter que les actions programmées. S'il n'est procédé à aucune vérification et alors que le code informatique a été programmé par un tiers (ou unilatéralement par l'une des parties, compétente), les parties au smart contract risquent fort de rencontrer de mauvaises surprises en cours d'exécution.

En conséquence, pour tout type de smart contract, la vérification du code informatique s'impose à deux égards. Le but premier est d'assurer que le smart contract audité permettra bien d'exécuter les actions promises⁷⁰¹, ce qui est indispensable pour les parties non initiées, qui se contentent de signer cryptographiquement le smart contract : la vérification permet alors de vérifier l'adéquation du but recherché aux actions programmées. Mais l'audit d'un smart contract est aussi utile pour en rechercher les potentielles failles et erreurs⁷⁰², afin d'assurer le mieux possible que l'exécution sera conforme à ce que le programmeur avait voulu coder.

246. La pratique limitée d'audit de smart contracts. C'est ainsi que des pratiques d'audit, c'est-à-dire de vérification, de smart contracts se sont mises en place⁷⁰³. Si une vérification est dûment conduite par un acteur spécialisé, il sera possible de se rendre compte si le smart contract est bien programmé pour exécuter les actions promises. Cela se fera soit grâce à une lecture assidue du code informatique, soit – et avant toute chose – par une mise en exécution factice du smart contract⁷⁰⁴. Si l'on s'aperçoit que des actions non prévues sont exécutées ou inversement, il conviendra alors de procéder à la vérification minutieuse des lignes écrites et d'en corriger les erreurs détectées. Une fois de plus, les parties illettrées informatiquement n'auront d'autre choix que de s'en remettre à un tiers : l'augmentation du coût et du temps avant la mise en place définitive du smart contract paraît inévitable.

⁷⁰¹ Sur l'importance de l'audit, v. S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.* Ces auteurs montrent que souvent, les promesses annoncées ne se retrouvent pas dans le code du smart contract mis en place.

⁷⁰² Même si l'audit ne permettra pas de toutes les détecter, il est indispensable car le code contiendra presque toujours des erreurs. *Ibid.*, p. 2 et p. 22.

⁷⁰³ De nombreuses start-ups se sont lancées et l'on trouve même des sites les répertoriant : <https://www.smartcontractaudits.com/audit-providers/companies/1>. Parmi les plus connues, Solidified.io qui fait appel à la communauté pour vérifier le code informatique. Il y a aussi des pratiques de « *bug bounty program* », qui consiste pour le propriétaire d'un smart contract à lancer une opération appelant à la détection d'un bug contre une récompense en cryptomonnaie pour celui qui le trouvera : <https://blog.openzeppelin.com/setting-up-a-bug-bounty-smart-contract-with-openzeppelin-a0e56434ad0e/>. On imagine bien que ces procédures sont dédiées aux smart contracts les plus complexes.

⁷⁰⁴ S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 24 : « *The real test for code, particularly when designed to operate adversarial environments, comes only when it is deployed and used. It is often only when the code meets the road that developers find the bulk of bugs, improving on their code by constant iteration* » (nous traduisons : le véritable test du code, en particulier lorsqu'il est conçu pour fonctionner dans des environnements hostiles, n'intervient que lorsqu'il est déployé et utilisé. Ce n'est souvent que lorsque le code rencontre la pratique que les développeurs trouvent la plupart des erreurs, améliorant leur code par une itération constante).

Quelle est la réalité pratique envisageable du recours à l'audit ? Cette vérification minutieuse apparaît d'entrée de jeu réservée aux smart contracts plus complexes et aux enjeux financiers de taille⁷⁰⁵. Une partie faible et non-initiée ne songera pas à mener une telle opération de vérification. Toutefois, il ne faut pas oublier la caractéristique communautaire et collective originelle de l'écosystème de la blockchain, où l'*open source* et l'entraide sont la règle. C'est pourquoi des utilisateurs testent et corrigent par exemple les modèles de smart contracts, afin de les améliorer progressivement⁷⁰⁶. À l'instar des nouveaux contrats qui naissent dans le commerce international et plus largement dans la pratique des affaires⁷⁰⁷, c'est la pratique qui permet d'affiner la programmation des smart contracts pour répondre aux buts poursuivis.

247. Si l'inintelligibilité peut ainsi être atténuée, contournée ou traitée précisément avec précaution, l'utilisation contractuelle des smart contracts apparaît plus envisageable. Mais il reste un obstacle de taille lié à l'utilisation du code informatique : son inflexibilité.

II. L'inflexibilité du code informatique

248. Le code informatique suit une logique mathématique de succession de propositions entraînant des actions. En cela, il est inflexible : le programme est très structuré, suivant un langage formel spécifique (A). Or, cette caractéristique peut se révéler être un obstacle à l'utilisation des smart contracts au service des contrats. En effet, l'analyse révèle que les contrats classiques suivent davantage une logique de souplesse, grâce à l'utilisation de standards juridiques, et laissent une place importante à l'interprétation et à l'adaptation, ce que le code informatique ne semble pas permettre (B).

⁷⁰⁵ *Id.* : les auteurs précisent ainsi que les honoraires des auditeurs de code informatique sont équivalents à ceux d'avocats très recherchés, mettant hors de portée l'audit de la majorité des smart contracts.

⁷⁰⁶ *Id.*

⁷⁰⁷ J.-M. LELOUP, « La création de contrats par la pratique commerciale », in *L'évolution contemporaine du droit des contrats. Journées René Savatier (24-25 octobre 1985)*, PUF, 1986, p. 167-177 ; G. CORNU, « L'évolution du droit des contrats en France », *op. cit.*, p. 450 ; v. aussi L. CADIET, « Interrogations sur le droit contemporain des contrats », *op. cit.*, p. 7, qui souligne (n° 22) que les contrats d'affaires « sont une source inépuisable de création contractuelle » et que « le principe de la liberté des conventions y a un contenu très dense » ; dans le même sens, P. CATALA, *Le droit à l'épreuve du numérique*, *op. cit.*, p. 198 s., et encore M. CABRILLAC, « Remarques sur la théorie générale du contrat et les créations récentes de la pratique commerciale », in *Mélanges dédiés à Gabriel Marty*, Toulouse, Université des sciences sociales de Toulouse, 1978, n°s 2-3. Cette vitalité qualitative des contrats crée ainsi de nombreux nouveaux contrats spéciaux. P. JESTAZ, « L'évolution du droit des contrats spéciaux dans la loi depuis 1945 », in *L'évolution contemporaine du droit des contrats. Journées René Savatier (24-25 octobre 1985)*, PUF, 1986, p. 134. L'auteur évoque un « univers contractuel en expansion ». Dans le même sens, v. G. CORNU, « Introduction au droit des contrats spéciaux », in *L'évolution contemporaine du droit des contrats. Journées René Savatier (24-25 octobre 1985)*, PUF, 1986, p. 100 observe que « la fresque des contrats spéciaux est devant nous comme une voie lactée, le firmament des conventions est constellé de points plus scintillants que lumineux ».

A. L'obstacle technique : l'inflexibilité du code informatique

249. Un langage formel inflexible, dépourvu d'ambiguïté. Explications. Écrit conformément à une grammaire stricte⁷⁰⁸, le code informatique est construit de façon rigide, inflexible. Chaque mot est porteur d'une instruction spécifique et n'est pas susceptible d'être interprété. En effet, le code informatique doit être particulièrement précis et défini, parce que chaque instruction est exécutable par ordinateur⁷⁰⁹. Cette caractéristique chasse toute possibilité de variation dans l'interprétation du mot utilisé.

Puisque le code informatique est constitué de consignes mathématiques, il ne laisse en principe aucune place à l'ambiguïté, chaque instruction ne pouvant donner lieu qu'à une alternative : exécuter ou ne pas exécuter. L'issue dépend de la vérification de la condition posée. Mathématiquement, cela se traduit très simplement : soit la valeur est vraie, soit la valeur est fausse⁷¹⁰. Il n'est pas possible d'utiliser des termes susceptibles de recouvrir des significations différentes selon le contexte.

250. Avantages de l'inflexibilité informatique. Le langage informatique pourrait être un outil efficace d'exécution des actions prévues, sans risque de tergiversation liée à une interprétation divergente entre les parties. En cela le code informatique, en principe dépourvu d'ambiguïté, s'oppose au langage naturel, qui utilise des termes vagues, larges, susceptibles d'interprétation et porteurs d'ambiguïté⁷¹¹. Alors, les smart contracts sur blockchain permettraient de résoudre la crainte traditionnelle liée à l'interprétation divergente par les parties et par le juge du langage naturel utilisé dans le contrat ainsi que celle de la corruption des juges⁷¹². En effet, en utilisant un langage de programmation inflexible, il n'y a *a priori* pas d'ambiguïté découlant du langage utilisé, tandis que le programme informatique est imperméable à toute corruption. Certains définissent alors « un bon smart contract » « comme

⁷⁰⁸ J. M. LIPSHAW, « The Persistence of “Dumb” Contracts », *op. cit.*, p. 32 ; J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 11 ; P. CATCHLOVE, « Smart Contracts: A New Era of Contract Use », *op. cit.*, p. 8.

⁷⁰⁹ J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 291 ; J. M. LIPSHAW, « The Persistence of “Dumb” Contracts », *op. cit.*, p. 32.

⁷¹⁰ Il s'agit de la logique « Booléenne ». V. *supra*, §96.

⁷¹¹ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 21 ; J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 265 et p. 279 s. C'est notamment la difficulté qui peut se poser avec l'utilisation des standards : “Performance standards present further difficulties by creating a logical gap or undefined term in the contract. A term like “commercial reasonableness” will mean different things to different parties, in different transactions, at different times.” (nous traduisons : Les standards présentent des difficultés supplémentaires en créant un vide logique ou un terme non défini dans le contrat. Un terme comme « caractère raisonnable sur le plan commercial » aura une signification différente pour différentes parties, dans différentes transactions, à différents moments) (*Ibid.*, p. 293).

⁷¹² J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 4. Cette crainte paraît toutefois surtout palpable dans les systèmes de juges élus, comme le système anglo-saxon.

un contrat qui permet une exécution automatisée et dénuée d'ambiguïté de ses termes et qui réduit ainsi les risques de contentieux »⁷¹³.

251. Inconvénients de l'inflexibilité informatique. Certains critiquent ouvertement cette vision idéalisée d'un langage informatique inflexible qui serait bénéfique sur tous les plans. D'un côté, l'inflexibilité entraîne des coûts de rédaction et d'anticipation très importants, alors que les parties ne supportaient jusque-là des coûts importants qu'en cas de contentieux⁷¹⁴ : l'étroitesse algorithmique du langage informatique rend difficilement concevable l'insertion de la souplesse du langage juridique naturel qui permet aux parties d'intégrer dans leur contrat une multitude de situations implicites, qui peuvent par la suite être révélées dans une phase contentieuse⁷¹⁵. En recourant uniquement à des termes exempts d'ambiguïté, il faut prévoir toutes les issues possibles dès la phase de rédaction.

D'un autre côté, il n'est pas possible d'éliminer tout à fait l'ambiguïté, à deux égards⁷¹⁶. S'agissant d'une part des smart contracts sur la blockchain, rappelons que les informations qui permettent de vérifier les conditions prédéfinies proviennent souvent de l'extérieur et doivent alors être transmises par un oracle⁷¹⁷. L'ambiguïté peut exister dans le monde réel et la condition peut être marquée comme remplie alors qu'une incertitude régnait⁷¹⁸. Et d'autre part, le code informatique peut être en lui-même porteur d'ambiguïté : certes, le programme informatique repose sur une syntaxe rigide, mais le programme ne l'a pas déterminée lui-même. Il repose nécessairement sur le sens qu'en ont donné les personnes qui l'ont créé et mis au point. Ainsi, le sens de tout programme informatique dépend intrinsèquement du sens décidé en amont par ses créateurs⁷¹⁹, ce qui ouvre une nouvelle porte à l'ambiguïté.

⁷¹³ *Rapport Paris Europlace*, *op. cit.*, p. 20.

⁷¹⁴ J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 297-298 : l'auteur estime que ces coûts *ex ante* pourraient se révéler prohibitifs.

⁷¹⁵ E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », *op. cit.*, p. 14 : « *There is currently no way to encapsulate the entirety of these legal limitations in the kind of algorithmically precise language that would allow for truly objective adjudication (...). This is to say that no system of rules, written in computer code or otherwise, can fully encapsulate and anticipate the full range of decisions a court with human judges may reach, and do so in a manner that enables different, independently acting, agents following these rules to always reach the same outcome.* » (nous traduisons : Il n'existe actuellement aucun moyen de résumer l'ensemble de ces limitations juridiques dans un langage de précision algorithmique qui permettrait un jugement véritablement objectif (...). Cela signifie qu'aucun système de règles, écrites en code informatique ou autre, ne peut entièrement englober et anticiper toutes les décisions qu'une juridiction dotée de juges humains peut rendre, et ce d'une manière qui permette à différents agents agissant de manière indépendante et suivant ces règles de toujours parvenir au même résultat).

⁷¹⁶ V. en ce sens, J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 11 s.

⁷¹⁷ V. *supra*, §220 s.

⁷¹⁸ Songeons par exemple à d'importants travaux de rénovation où le paiement de l'entrepreneur intervient en plusieurs fois. L'oracle indique que l'entrepreneur a réalisé 60% des travaux, déclenchant le second paiement. Mais en réalité, l'entrepreneur avait pris du retard sur certains éléments ce qui pourrait conduire à considérer que le palier des 60% n'a pas été atteint.

⁷¹⁹ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 11-12.

252. Utilisation du code informatique. À première vue, le code informatique est particulièrement adapté pour des clauses qui sont des expressions de logique proche de la logique mathématique. En revanche, dès lors qu'une interprétation est nécessaire pour mettre en œuvre le contrat, c'est-à-dire lorsqu'une souplesse est attendue, le contrat reposera sur l'intervention d'un humain⁷²⁰, par le biais d'un oracle. L'utilisation d'un langage inflexible peut ainsi présenter des difficultés d'un point de vue juridique et en particulier en droit des contrats.

B. L'analyse de l'utilisation d'un langage inflexible en droit des contrats

253. La souplesse du droit. Le droit n'est pas statique. Sans cesse, le droit s'adapte aux évolutions sociétales, techniques, économiques... Conçu pour accueillir largement les faits, le droit est vivant. C'est en ce sens que les contrats font œuvre de flexibilité pour prendre en compte diverses situations sans nécessiter de conclure des avenants dès qu'un imprévu ou une situation non anticipée se présente (1). À l'inverse, le code informatique ne présente pas une telle souplesse et son inflexibilité intrinsèque doit être analysée pour anticiper sa possible prise en compte par le droit des contrats (2).

1) La flexibilité en droit des contrats

254. Le recours aux standards juridiques et aux notions floues. Le terme standard est employé « pour désigner une norme souple fondée sur un critère intentionnellement indéterminé », qu'il appartient au juge, « en vertu du renvoi implicite de la loi, d'appliquer espèce par espèce, à la lumière de données extralégales ou même extrajuridiques (...) »⁷²¹. Le standard permet ainsi « d'adapter la règle à la diversité des situations et à l'évolution de la société, en la pérennisant »⁷²². Dès lors que la règle de droit a une portée générale et a vocation

⁷²⁰ V. en ce sens, S. FARRELL, H. MACHIN et R. HINCHLIFFE, « Lost and found in smart contract translation », *op. cit.*, p. 9 ; J. M. LIPSHAW, « The Persistence of "Dumb" Contracts », *op. cit.*, p. 31.

⁷²¹ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Standard ».

⁷²² *Id.* ; v. aussi, D. PINARD, « Le droit et le fait dans l'application des standards et la clause limitative de la Charte canadienne des droits et libertés », *Les Cahiers de droit*, vol. 30, n° 1, 1989, p. 139 s. La notion est peu présente chez les juristes français, et nous vient du droit anglo-saxon : C. BLOUD-REY, « Standard », in *Dictionnaire de la culture juridique*, PUF, 2003. L'auteur souligne que la notion de standard dérange, « ne fournissant pas de solution précise et fixe », apparaît incompatible « avec certains principes de notre droit, par exemple celui de la sécurité juridique ou celui de la légalité des délits et des peines », inquiète le juriste, « réveille les vieux démons : la crainte du pouvoir discrétionnaire du juge et celle du renforcement de son rôle », et ce d'autant plus que le juge sera amené à prendre en compte des données autres que juridiques, comme des normes techniques ou des informations sociologiques. En cela, il fait entrer le vivant dans le droit. V. également, F. X. TESTU, *Contrats d'affaires, 2015-2016*, Dalloz, 2015, n° 37.45 :

à s'appliquer à un nombre important de situations sans les avoir nécessairement anticipées, elle a tendance à s'appuyer de plus en plus sur ces notions floues et englobantes, qui offre une possibilité d'interprétation pour s'adapter aux situations rencontrées : « l'interprétation est le droit vivant »⁷²³. Pensons à la bonne foi, particulièrement mise en avant dans la réforme du droit des contrats⁷²⁴, au feu bon père de famille remplacé par la personne raisonnable, à l'intérêt, aux bonnes mœurs, à l'ordre public, à la proportionnalité. L'emploi de ces termes donne un espace d'interprétation important, aux parties d'abord, au juge ensuite en cas de contentieux⁷²⁵.

255. Les standards en droit des contrats. Les standards juridiques sont suffisamment larges, tout en étant techniques, pour aborder implicitement nombre de situations et d'exceptions susceptibles de survenir et d'affecter le cours normal de la transaction ; c'est pourquoi ils sont de plus en plus utilisés dans la rédaction des contrats⁷²⁶. C'est l'exemple du caractère raisonnable d'un délai, de la bonne foi exigée dans l'exécution et même la formation du contrat, la diligence attendue d'une partie : ce sont des termes dont l'imprécision est volontaire pour accueillir la multitude de situations pouvant survenir dans la vie réelle du fait des interactions humaines⁷²⁷. Ils offrent une voie à l'interprétation qui peut parfois se révéler salutaire pour la relation contractuelle en cours, et ce d'autant plus qu'ils permettent la prise en compte les éléments de contexte social entourant les parties lors de la signature de la transaction⁷²⁸.

Il en résulte une évidente flexibilité pour les parties au contrat, qui ne sont pas tenues de déterminer et définir en amont l'ensemble des situations susceptibles de survenir : en cours

« On définit les standards comme des concepts à contenu variable, qui ne répondent pas à une définition théorique stable, et que le juge ne met réellement en œuvre qu'en se représentant leur application par rapport à un cas donné ».

⁷²³ P. MALAURIE et P. MORVAN, *Introduction au droit*, *op. cit.*, n° 418.

⁷²⁴ C'est le nouvel article 1104 du code civil : « les contrats doivent être négociés, formés et exécutés de bonne foi ».

⁷²⁵ Le rôle du juge, interprète du contrat, est indispensable. F. TERRE et N. MOLFESSIS, *Introduction générale au droit*, *op. cit.*, n° 631 : « si une difficulté surgit sur le sens d'un contrat, le juge doit trancher le différend ; il ne peut refuser de faire appliquer le contrat sous prétexte d'obscurité (...). Pour cela, il doit interpréter le contrat ». Cette interprétation est menée suivant des guides prévus dans le code civil, aux articles 1188 à 1192 du code civil.

⁷²⁶ F. X. TESTU, *Contrats d'affaires, 2015-2016*, *op. cit.*, n° 37.45 : « En droit moderne, le recours aux standards s'est multiplié : la faute, la bonne foi, les bonnes mœurs, le consommateur moyen, la proportionnalité, etc. Outre ces substantifs qui correspondent à des concepts-clé, il existe des adjectifs qui correspondent à des standards de quantification ou d'intensité : un délai raisonnable, une augmentation substantielle, une violation caractérisée, l'une des obligations significatives du contrat. On a naturellement tendance à recourir à ces adjectifs dans les contrats, parce qu'ils représentent une commodité pour le rédacteur ».

⁷²⁷ Toutefois, certains prônent de limiter le plus possible l'utilisation de ces standards, pour préférer quantifier autant que de possible : *Id.* : « Quand on le peut, mieux vaut cependant éviter de recourir à ces standards qualificatifs, qui ne bénéficient pas des précisions casuelles apportées par la jurisprudence au sujet des standards constitutifs de concepts clé. On aura donc toujours avantage à quantifier le délai ou l'augmentation, ou désigner précisément l'obligation en cause ».

⁷²⁸ V. K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.*, qui plaide en faveur de l'utilisation plus humaine et sociale des contrats.

d'exécution, elles interpréteront le contrat pour décider si l'exécution de telle obligation peut avoir lieu ou a bien été effectuée⁷²⁹.

256. Flexibilité versus rigidité : un débat de politique juridique ? En filigrane de la question de la flexibilité transparait un réel débat politique⁷³⁰, qui trouve une traduction dans la doctrine américaine⁷³¹ entre le formalisme juridique et le réalisme juridique⁷³². Aujourd'hui, ce débat oppose les néo-formalistes aux contextualistes⁷³³. D'un côté, le réalisme juridique s'inscrit en faveur de la justice distributive, de la solidarité contractuelle, de la prise en compte des circonstances, de la flexibilité. De l'autre côté, les tenants du pur formalisme estiment que le contrat est complet sans norme extérieure, que la liberté contractuelle autorise l'exécution forcée et que la force obligatoire justifie que ne soit pas prise en compte la réalité. En définitive, c'est la flexibilité et l'humain contre l'inflexibilité et l'automatisme, le solidarisme contractuel contre le libéralisme économique. Précisons ces deux perspectives.

⁷²⁹ V. en ce sens, É. BROUSSEAU, « L'économiste, le juriste et le contrat », *op. cit.*, p. 172.

⁷³⁰ V. sur le sujet, C. BLOUD-REY, « Standard », *op. cit.*, qui évoque l'opposition règle/standard : « à l'automatisme de la règle, à la fixité de sa solution et au raisonnement de pure logique que son application requiert, on oppose volontiers l'intuition et l'expérience qui sont nécessaires, suivant l'esprit du standard, à la découverte de solutions variées, adaptées à chaque situation concrète. Parallèlement, le caractère juridique du standard est remis en cause : on hésite sur le point de savoir si celui-ci est une norme juridique spécifique, distincte de la règle de droit, une technique particulière d'expression de cette dernière ou, encore, un instrument de pensée qui se situe en dehors du droit ».

⁷³¹ M. VERSTRAETE, « The Stakes of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 762 s. La théorie du réalisme juridique (*legal realism*) veut que tout droit découle des intérêts sociaux et des politiques publiques en vigueur. Selon cette théorie, les juges prennent en compte non seulement les règles abstraites, mais aussi les intérêts sociaux et l'ordre public lorsqu'ils statuent sur une affaire (*A theory that all law derives from prevailing social interests and public policy. According to this theory, judges consider not only abstract rules, but also social interests and public policy when deciding a case*) s'oppose à celle du formalisme juridique (*legal formalism*). Dans cette deuxième théorie, les règles juridiques sont distinctes des autres institutions sociales et politiques ; une fois que le législateur produit des règles, les juges les appliquent aux faits d'une affaire sans tenir compte des intérêts sociaux et de l'ordre public. (*A theory that legal rules stand separate from other social and political institutions. According to this theory, once lawmakers produce rules, judges apply them to the facts of a case without regard to social interests and public policy.*). Source : https://www.law.cornell.edu/wex/legal_realism et https://www.law.cornell.edu/wex/legal_formalism. V. également sur le sujet, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 184.

⁷³² Cette théorie a été formée après la décision *Lochner v. New York*, 198 U.S. 45 (1905), par laquelle la Cour Suprême des États-Unis a annulé une loi d'un État limitant les heures de travail des boulangers : la doctrine a fortement condamné cette intrusion judiciaire et par la suite, c'est plus largement une théorie de formalisme juridique qui s'est mise en place, refusant la prise en compte des éléments de contexte. Pour une analyse de *Lochner* et ses conséquences dans la doctrine américaine, v. R. L. BROWN, « The Art of Reading *Lochner* », *NYU Journal of Law & Liberty*, vol. 1, n° 1, 2005, p. 570-589. Ce débat entre réalistes et formalistes fait écho à l'opposition aux États-Unis entre le courant « *originalism* » et celui de la « *living constitution* » pour savoir de quelle façon interpréter la Constitution américaine – soit strictement et conformément à sa rédaction d'origine, soit d'une façon actualisée pour prendre en compte les évolutions de la société. V. sur le sujet, L. B. SOLUM, « Originalism Versus Living Constitutionalism: The Conceptual Structure of the Great Debate », *Northwestern University Law Review*, vol. 113, n° 6, avril 2019, p. 1243-1296, qui montre en réalité que le débat est floué en raison de multiples théories ne relevant pas toujours clairement de l'un ou l'autre courant et qu'il faut donc clarifier les concepts en cause.

⁷³³ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 185, évoquant l'opposition entre les standards (flexibilité du droit – défendus par les contextualistes) et les règles précises (sécurité juridique, clarté, prédictibilité – avec les néo-formalistes ; moins de flou, moins de coûts des transactions, moins de recours au tribunaux).

257. La flexibilité, synonyme d'humanité dans le contrat. La flexibilité permet l'adaptation des obligations des parties aux circonstances qui sont amenées à changer durant la vie du contrat⁷³⁴. Elle ouvre aussi la porte à l'interprétation du contrat et est favorable à une exécution du contrat qui prend en compte les intérêts des cocontractants. On peut alors rattacher cette dynamique à la théorie du solidarisme contractuel et à un courant contemporain d'une part de la doctrine qui donne une place importante au juge dans le contrat, *via* l'interprétation des notions comme la bonne foi⁷³⁵. Une autre lecture peu envisagée en droit français est celle de l'analyse économique du droit : la souplesse induite par l'utilisation de standards juridiques et de notions vagues permet une réduction des coûts de rédaction, d'autant plus que les parties seraient davantage enclines à préserver leur relation commerciale grâce à cette flexibilité, plutôt qu'à chercher le contentieux⁷³⁶.

258. L'inflexibilité et le respect des prévisions contractuelles. D'un autre côté, l'inflexibilité est un outil au service de la sécurité juridique et de l'exécution assurée et sans faille du contrat, sans se soumettre à l'aléa de l'interprétation judiciaire du contrat : ici, le libéralisme prend le dessus, refusant le risque de la corruption d'un juge humain ou la prise en compte d'un contexte social défavorable qui viendrait déjouer les prévisions des parties.

259. Recherche d'équilibre. L'idée est de trouver un juste milieu entre la flexibilité des obligations contractuelles, permettant l'adaptation du contrat, et la rigidité du contrat, pour assurer une certaine sécurité juridique⁷³⁷. Certains font valoir qu'une inflexibilité initiale, où le rédacteur du contrat chercherait à déterminer en amont tous les détails et toutes les situations susceptibles de se produire, pourrait être contraire à l'effet recherché de sécurité juridique : si le contrat est trop rigide, ne laissant aucune souplesse aux parties, le risque d'inexécution est plus élevé⁷³⁸. Il vaudrait mieux alors rédiger un contrat incomplet en ce qu'il n'anticipe pas toutes les situations – ce qui est inévitable – davantage destiné à encadrer les relations

⁷³⁴ É. BROUSSEAU, « L'économiste, le juriste et le contrat », *op. cit.*, p. 172.

⁷³⁵ Pour quelques articles ou ouvrages de référence, D. MAZEAUD, « Loyauté, solidarité, fraternité, la nouvelle devise contractuelle ? », *op. cit.* ; D. MAZEAUD et C. JAMIN, *La nouvelle crise du contrat*, Dalloz, 2003 ; pour une présentation critique, v. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 42 ;

⁷³⁶ J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 295-296. V. aussi, K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.*, p. 10, en faveur des contrats « bêtes », flexibles : « *The social friction required to negotiate and enforce a "dumb" contract can be highly functional—by preserving flexibility, facilitating stability, signaling community norms, and the like* » (nous traduisons : Les frictions sociales requises pour négocier et faire respecter un contrat « bête » peuvent être très fonctionnelles - en préservant la flexibilité, en facilitant la stabilité, en signalant les normes communautaires, etc.).

⁷³⁷ É. BROUSSEAU, « L'économiste, le juriste et le contrat », *op. cit.*, p. 172 : l'auteur prend l'exemple des clauses de défaut, qui constituent « les seules garanties de crédibilité de l'engagement initial » et devraient ne jamais pouvoir être remises en cause.

⁷³⁸ *Ibid.*, p. 170.

contractuelles des parties et leur évolution. Cette réflexion s'applique surtout aux contrats qui s'exécutent dans la durée, et non aux contrats à exécution instantanée qui ne nécessitent pas une possibilité d'adaptation dans l'avenir : la flexibilité est un atout pour les contrats à long terme⁷³⁹.

2) *Le droit des contrats face à l'inflexibilité du code informatique*

260. Les notions à contenu variable, bannies par le code informatique ? La rédaction du smart contract ne laisse pas de place à l'interprétation, du fait de la logique conditionnelle du code informatique, où une information est soit vraie, soit fausse. L'ordinateur ne pourra pas évaluer si les parties ont fait preuve de bonne foi, si un délai raisonnable a été respecté, si une circonstance est imprévue ou irrésistible. Si toutes ces notions à contenu variable, aussi appelées standards, ne se révèlent le plus souvent qu'au stade de l'exécution, où l'interprétation peut être nécessaire, il reste tout de même que l'inflexibilité du code empêche *ab initio* une telle rédaction des clauses à l'aide de standards – sauf bien sûr en conservant ces notions qui nécessitent une appréciation humaine et en exigeant l'intervention d'un tiers oracle humain à chaque fois qu'une condition comportant un standard doit être marquée comme vraie ou fausse, privant le recours à un smart contract d'une grande partie de son intérêt. Cette inflexibilité peut être reçue de deux façons en droit des contrats.

261. Avantages de l'inflexibilité en droit des contrats. Dans toute sa rigidité, l'inflexibilité offerte par le code informatique est le garant du respect des engagements des parties et de leur exécution. L'inflexibilité est synonyme de certitude de l'issue de la transaction, puisqu'il n'y a pas de porte ouverte à l'interprétation. Cette caractéristique est alors un nouvel outil au service de la maxime « *pacta sunt servanda* »⁷⁴⁰ et donne à la force obligatoire des contrats toute sa puissance. C'est le libéralisme éco-juridique dans toute sa splendeur : respecter les prévisions des parties, quoi qu'il arrive, pour que le créancier soit

⁷³⁹ V. l'étude de Mme Rochfeld sur le sujet (J. ROCHFELD, « Les modes temporels d'exécution du contrat », *Revue des contrats*, n° 1, 2004, p. 47), spéc. n°s 30 s. où l'auteur prône la flexibilité et l'incomplétude lors de la formation des contrats ayant vocation à durer, pour remplacer la complétude et la transparence des clauses contractuelles : « La flexibilité toucherait la formation, tout d'abord, au sens où l'incomplétude de l'accord serait admise et où sa rédaction pourrait se faire en termes flous » et s'étendrait en suite à l'exécution du contrat : « En contrepartie des incertitudes initiales, et pour réagir aux difficultés, un effort serait effectué dans le sens de la prévision de mécanismes régulateurs d'« adaptation », en cours d'exécution » (n° 31).

⁷⁴⁰ Sur la force obligatoire et l'application de cette maxime par les smart contracts, v. *infra*, §406 s.

satisfait. La recherche d'automatisme, qui accentue l'inflexibilité, témoigne dans le même temps d'un certain rejet des institutions établies, en particulier des juges⁷⁴¹.

262. Inconvénients de l'inflexibilité en droit des contrats. En revanche, l'inflexibilité étudiée, couplée à l'immutabilité et l'imperméabilité de la blockchain, ferme la voie à l'adaptation du contrat aux changements extérieurs et n'offre pas de souplesse permettant de prendre en compte les comportements humains⁷⁴². Les smart contracts sont dotés d'une intelligence technique et non sociale. Ils peuvent faciliter une implémentation techniquement parfaite d'un accord, mais ne peuvent pas comprendre ni intégrer les données du monde social et réel⁷⁴³ et sont perméables à toute interprétation. L'inflexibilité induit également des coûts élevés de rédaction et de négociation du contrat, puisqu'il est nécessaire de prévoir le plus possible les schémas susceptibles de se produire, sans qu'une interprétation ne soit en principe ouverte dès lors que le code informatique doit refléter l'ensemble des termes de l'accord. Or, l'ambiguïté n'est pas exclue par le simple fait que l'on recourt aux smart contracts : même le code informatique peut être rédigé de façon ambiguë, souvent parce que la référence à un événement donné est ambiguë et susceptible de plusieurs issues⁷⁴⁴. Le risque est alors de se retrouver dans une impasse au moment de l'exécution du contrat.

Plus philosophiquement, l'utilisation poussée des technologies dans les relations contractuelles est vue par certains comme une désincarnation du contrat⁷⁴⁵ et cette crainte s'amplifie avec les smart contracts⁷⁴⁶ qui illustrent la quête d'automatisation et d'exécution infaillible du contrat.

⁷⁴¹ L'automatisme est une expression de cette méfiance à l'égard du juge. Ainsi Mme Klein souligne que, à contre-courant du mouvement d'élargissement des pouvoirs du juge par la réforme du droit des contrats, « se développe une recherche d'automatisme de l'exécution contractuelle, qui témoigne d'une méfiance à l'égard des parties comme du juge », qui trouve « une traduction concrète dans l'émergence des *smart contracts* ». J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 74.

⁷⁴² Selon K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.*, p. 10, les smart contracts sont en cela « *Book-Smart, Not Street-Smart* ». Ils ne permettent pas d'intégrer les complexités sociales du monde réel (« *they fail to understand or integrate the social world* »).

⁷⁴³ K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.* : selon cet auteur, les smart contracts sont « *book-smart, not street-smart* » (v. spéc. p. 10).

⁷⁴⁴ L'ambiguïté est présente tant dans le langage naturel que dans le langage formel : c'est ce que démontre avec force J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*

⁷⁴⁵ J. KLEIN, « Repenser le contrat à l'ère numérique », *op. cit.*, p. 75. L'auteur craint qu'avec tous les changements induits par les nouvelles technologies et en particulier l'intelligence artificielle, on assiste à « l'avènement d'un modèle contractuel nouveau : un contrat dont la formation serait standardisée, et l'exécution automatisée. Bref, un contrat désincarné ».

⁷⁴⁶ M. MEKKI, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.* : l'auteur décrit les risques de l'automatisation, qui « ne laisse plus de place à la tolérance, à la patience, à l'écoute et au dialogue » et évoque en conséquence un « droit des contrats déshumanisé, dépersonnalisé, standardisé ».

263. Conséquence : le code informatique mieux adapté pour les transactions simples et/ou à exécution immédiate. Il résulte de ce qui précède que l'utilisation du code informatique ne permet pas de préserver toute la richesse contractuelle classique tirée de la flexibilité du langage naturel⁷⁴⁷. Dans certaines situations, il sera tout de même bénéfique de recourir au langage informatique malgré sa rigidité. Ce sera notamment le cas si les parties décident, à partir d'un contrat classique, de coder seulement quelques clauses d'exécution très simples, dites opérationnelles, tandis que les clauses non-opérationnelles continueraient de relever du contrat classique⁷⁴⁸ ; ou bien si les parties recourent à un smart contract pour une transaction instantanée. Dans ces cas, le smart contract est simple, sa programmation n'entraîne pas de coût insurmontable et l'inflexibilité permet d'assurer une exécution des obligations contractuelles promises. Le champ d'application des smart contracts est alors assez restreint – même si la pratique pourrait venir progressivement l'élargir en y ajoutant des modèles de smart contracts de plus en plus étoffés, grâce à l'apprentissage issu de la pratique et à l'avancée de la recherche.

264. Le risque d'inadéquation du langage inflexible aux contrats complexes ou de longue durée. Dans d'autres cas, l'inflexibilité décrite risquera d'être un obstacle plus compliqué à surmonter, notamment si les parties cherchent à utiliser le code informatique *ab initio*, pour un contrat pourtant complexe. Une alternative se présente.

Dans un premier schéma, les parties recourent à un contrat classique, qu'elles font traduire en langage informatique pour son exécution par un smart contract. Alors le risque est celui de la perte de la richesse du langage contractuel flexible, souple, ouvert à interprétation. En effet, il faut rappeler que, s'il peut apparaître très formel et suivre une tendance à la standardisation avec la multiplication des modèles utilisés notamment dans les contrats d'affaires ou commerciaux⁷⁴⁹, le langage juridique reste un langage flexible qui offre et nécessite de l'interprétation pour s'adapter aux événements à venir⁷⁵⁰ – le langage juridique n'est donc pas réductible à un programme informatique⁷⁵¹. Dès lors, une traduction est

⁷⁴⁷ S. FARRELL, H. MACHIN et R. HINCHLIFFE, « Lost and found in smart contract translation », *op. cit.*, p. 30 ; J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 302.

⁷⁴⁸ *Rapport Paris Europlace*, *op. cit.*, p. 56 ; C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.*, p. 5-6 ; ISDA et LINKLATERS, *Whitepaper: Smart Contracts and Distributed Ledger - A Legal Perspective*, 2017, p. 10 s. V. *infra*, §454 s., pour l'identification des clauses pouvant faire l'objet d'un smart contract.

⁷⁴⁹ V. sur le sujet, R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, *op. cit.*, n^{os} 58-62, qui relève que les nouveaux contrats de la pratique des affaires sont un ensemble très dense de clauses diverses, techniques, tentant de prévoir l'ensemble des événements susceptibles d'atteindre le contrat qui s'étend dans la durée. Or, certaines de ces clauses techniques pourraient bien trouver leur traduction en langage informatique.

⁷⁵⁰ G. CORNU, *Linguistique juridique*, 3^e éd., Montchrestien, 2005, p. 34 : la linguistique juridique est ainsi une « aide à la lecture », elle est « la servante de l'interprétation, car toute interprétation commence par être littérale ».

⁷⁵¹ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 17, rappelle ce point, en soulignant que les développeurs ont tendance à voir dans le langage juridique une succession de clauses standardisées et réutilisables à l'infini.

nécessaire, appelant déjà une interprétation⁷⁵², alors que celle-ci a lieu en principe lors de l'exécution du contrat ou en cas de contentieux. Se pose la question de savoir sur qui reposera cette tâche complexe – étant précisé qu'un programmeur informatique n'est en principe pas doté de compétences juridiques... il faut alors que les juristes soient capables d'établir ce lien du juridique vers l'informatique⁷⁵³.

Dans le second schéma, les parties tentent d'écrire leur contrat en langage juridique mais en suivant une logique davantage informatique⁷⁵⁴, afin de rendre la traduction subséquente en code informatique bien plus aisée, voire d'en permettre l'automatisation si l'avancée technologique le permet. Le risque cependant est de mettre en place des contrats inadaptés et parés d'erreurs, faute d'être rédigés dans ce langage juridique classique qui recourt à des notions souples. Les coûts induits par la rédaction de tels smart contracts seraient de surcroît très élevés, ce qui laisse à penser que les smart contracts complexes n'ont vocation à être développés, pour l'heure, que pour des opérations aux enjeux financiers de taille, comme c'est aujourd'hui le cas pour les contrats d'affaires⁷⁵⁵. Dans ces opérations, le recours à un smart contract réduirait nettement les coûts de maintenance et d'exécution, justifiant ainsi les coûts de développement exposés.

265. Conclusion de la section. Le code informatique s'avère peu aisé à manier, surtout lorsque l'on envisage une utilisation contractuelle des smart contracts. Les parties risquent de se retrouver liées par un smart contract rédigé dans un langage incompréhensible. Il leur faudra donc faire appel à des professionnels pour faciliter la compréhension et assurer une vérification

⁷⁵² *Id.* ; P. MALAURIE et P. MORVAN, *Introduction au droit*, *op. cit.*, n° 392, même si les auteurs soulignent que, si « la traduction est, comme l'interprétation, une quête de sens », « l'interprète jouit d'un pouvoir créateur supérieur à celui du traducteur ». V. aussi, G. CORNU, *Linguistique juridique*, *op. cit.*, p. 5 s. sur une approche pratique de la traduction des textes juridiques.

⁷⁵³ Ce qui est pour l'instant rare et demeure une perspective d'évolution peu probable (v. en ce sens, E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 18 : “most lawyers are unlikely to become programmers (just as most programmers are unlikely to become skilled drafters)” (nous traduisons : il est peu probable que les avocats deviennent des programmeurs (tout comme il est improbable que les programmeurs deviennent des rédacteurs d'actes compétents)). Sur la nécessité d'une collaboration pluri-disciplinaire, v. *infra*, §460.

⁷⁵⁴ C'est la technique dite de codage direct ou « *direct coding* » : v. E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 18-19 : l'idée est de contourner les difficultés liées à la traduction du langage juridique en code, en rédigeant dès le départ le contrat en code informatique ; cela réduirait alors les ambiguïtés liées au langage naturel et forcerait les juristes à être plus précis. Mais cela nécessite que les juristes développent de fortes compétences en programmation, ou inversement les développeurs en droit des contrats, ce qui est improbable à ce jour.

⁷⁵⁵ Dans les contrats d'affaires, la longue et minutieuse rédaction, lourde d'innombrables clauses, est particulièrement coûteuse et donc réservée à des opérations financièrement importantes. V. sur le sujet, R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, *op. cit.* Dans ces contrats, la langue juridique employée est déjà différente de celle connue du droit français, qui « s'adosse à tout un corpus de règles implicites » ; par contraste, « la rédaction moderne proscrit toute parcimonie dans l'emploi des termes, pour se déployer de façon extraordinairement détaillée » (n° 45).

du code. Avec le temps, le recours à des modèles de smart contracts bien ancrés dans la pratique permettra de lever la méfiance liée à l'inintelligibilité intrinsèque du code informatique.

De façon plus problématique, le code informatique supprime la richesse que procure la flexibilité du langage juridique. Or, l'ambiguïté et la flexibilité du langage naturel offrent un cadre à l'interprétation, utile lorsque des circonstances nouvelles surviennent, ou que l'évolution de l'accord entre les parties mène à des situations non nécessairement anticipées⁷⁵⁶. Le code informatique ne le permet pas et c'est pourquoi il paraît davantage indiqué pour des transactions à exécution immédiate ou en tout cas peu exposées aux aléas du temps qui passe. Des conséquences devront être tirées lors de l'étude des règles applicables, pour anticiper ces difficultés ou les contourner.

C'est aussi lors de l'exécution du contrat que des obstacles peuvent se présenter.

⁷⁵⁶ V. en ce sens, K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.*, p. 8 ; J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 280-281 ; E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 19-20.

Section 2 – L'exécution du contrat et le code informatique

266. Le smart contract, un programme déterministe. Le smart contract étant un programme informatique, il est rédigé en une suite d'instructions précises et logiques. Sa caractéristique est d'être déterministe : toutes les actions sont prévues par le code, sans improvisation possible ni aléas⁷⁵⁷. C'est ainsi qu'il peut être exécuté automatiquement. Ce déterminisme connaît cependant deux limites majeures. D'une part, le code informatique ne peut pas avoir de prise sur l'ensemble du monde environnant, en particulier sur toute chose ou action physique, matérielle. Dès lors, le champ d'application de l'exécution automatique est nécessairement limité (I).

D'autre part, le code informatique s'exécute sous réserve d'erreurs ; puisque le programme est codé par un humain, et que l'erreur est humaine, le risque d'erreur est loin d'être nul. Or, dès qu'une erreur se glisse dans le code informatique, l'automatisme peut être réduite à néant ou entraîner une action non conforme, en raison du déterminisme du code. Les erreurs peuvent ainsi produire des conséquences opposées. Il faut rechercher ces erreurs possibles et les analyser pour anticiper les problèmes qui surgissent au stade de l'exécution du contrat (II).

I. Le champ d'application limité de l'exécution automatique

267. L'exécution automatique numérique. L'exécution automatique des contrats est rendue possible et facilitée par les smart contracts déployés sur une blockchain. Sous réserve du recours à un oracle pour déterminer si une condition est remplie, le code est auto-exécutant et rien ne peut en arrêter le cours. Or, le code informatique ne peut avoir de prise sur le monde physique ; dès lors, les smart contracts sont en principe cantonnés à la stricte exécution d'actions dans le monde numérique (A). Toutefois, le phénomène de tokenisation bouleverse la représentation de la valeur à l'ère numérique et constitue d'ores et déjà une riche perspective d'application pour les smart contracts (B).

⁷⁵⁷ SMART CONTRACT ACADEMY, *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, op. cit., p. 4 ; *Les enjeux des blockchains*, op. cit., p. 96.

A. Le champ limité de l'exécution automatique : le monde numérique

268. Des actifs numériquement contrôlés ou représentés. Comme tout programme informatique, le smart contract exécute des actions uniquement dans le monde numérique. Il ne peut avoir d'incidence que sur des éléments qu'il est susceptible de contrôler et il s'agira le plus souvent d'actifs numériques (1). Plus précisément, les smart contracts peuvent porter sur tous les actifs qui sont représentés ou contrôlés numériquement, ce qui étend le champ des possibles (2). Les innovations technologiques précédemment étudiées trouvent ici un rôle important à jouer.

1) La nécessité d'un contrôle par le smart contract

269. L'exécution d'instructions informatiques par le smart contract. Les smart contracts fonctionnent comme tout programme informatique, sur un ordinateur. Plus précisément, sur un ordinateur virtuel. Sur la blockchain Ethereum, qui la première a permis le déploiement de smart contracts, cet ordinateur est appelé « *Ethereum Virtual Machine* » ou EVM⁷⁵⁸. L'EVM exécute les instructions informatiques comme un véritable ordinateur, mais de façon simulée⁷⁵⁹. Les instructions permettent d'envoyer et de recevoir de l'ether – ou tout autre cryptoactif sur d'autres blockchains. Les programmes informatiques (les smart contracts) peuvent aussi interagir entre eux ou avec d'autres utilisateurs. En somme, le smart contract contient les lignes d'instructions informatiques et en permet l'exécution⁷⁶⁰.

270. Le présupposé : le contrôle d'actifs numériques⁷⁶¹. Il en résulte que les données nécessaires pour la mise en œuvre du programme doivent être accessibles sous forme

⁷⁵⁸ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 8-9 : l'auteur explique comment la blockchain Ethereum a implémenté un ordinateur virtuel, l'*Ethereum Virtual Machine*, pour faire fonctionner tout programme informatique : l'EVM permet d'exécuter des instructions comme un ordinateur mais de façon simulée. Il suffit qu'une transaction comporte un programme écrit dans le langage informatique de l'EVM et le fasse fonctionner dans l'EVM pour obtenir un smart contract fonctionnel. V. aussi, G. WOOD, « Ethereum: a Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger », *op. cit.* et J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 272.

⁷⁵⁹ J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 8-9.

⁷⁶⁰ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 319.

⁷⁶¹ Les écrits académiques évoquent peu cette condition pourtant indispensable. Les auteurs s'intéressent directement aux smart contracts portant sur des actifs numériques (*digital assets, digital currencies*) : A. WRIGHT et P. DE FILIPPI, « Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia », *op. cit.*, p. 2-3 ; mais voir cependant, soulignant que seules les parties détentrices d'actifs numériques peuvent les utiliser dans des transactions sur la blockchain, J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 7.

numérique⁷⁶². Si les smart contracts entendent gérer ou transférer des actifs, ceux-ci doivent exister sous forme numérique, puisque les actions des smart contracts sont exécutées informatiquement. Autrement dit, pour que l'exécution soit entièrement automatique et ne dépende que du programme informatique, il faut que l'objet de l'action elle-même soit contrôlable par informatique. Par exemple, un transfert de fichiers est contrôlable par informatique, ce qui n'est pas le cas de la livraison d'un colis.

Cette exigence est rendue possible du fait que les smart contracts peuvent eux-mêmes contrôler des actifs de la blockchain, c'est-à-dire qu'ils peuvent stocker et transférer des cryptoactifs, recevoir des paiements ou encore générer des versements en cryptoactifs. Ainsi, une somme de cryptoactifs peut être transférée numériquement, de même que des parts d'une œuvre musicale ou artistique numérique, et plus généralement de tout actif qui peut être représenté numériquement⁷⁶³.

271. Les avantages de l'exécution dans le monde numérique. Les smart contracts échappent ainsi au risque d'insuffisance d'actifs et autres raisons de non-paiement. En permettant le contrôle et le transfert de ressources exclusivement numériques, tous les risques liés au monde extérieur sont supprimés et par exemple, la destruction physique ou le vol matériel sont impossibles. En effet, une telle possibilité dans le monde virtuel est réduite à néant par la sécurisation cryptographique des actifs, protégés tant par le caractère distribué du réseau que par l'identification cryptographique du propriétaire. De ce fait, le recours à des ressources virtuelles est bien plus sécurisé que le recours à des ressources physiques⁷⁶⁴, et le contrôle sur les actifs numériques est en principe sans faille.

272. Limite : le monde matériel. En revanche, aucune emprise du smart contract n'est possible sur le monde matériel, *fiat*. Alors, si l'obligation dont on recherche l'exécution est matérielle – livraison d'une commande chez un consommateur, construction d'un immeuble, vente d'une sculpture, réalisation d'un tableau – il est clair que le recours à un smart contract sera tout à fait inutile, puisque l'exécution ne pourra pas être faite par ce programme

⁷⁶² V. en ce sens pour les *computable contracts* de M. Surden (H. SURDEN, « Computable Contracts », *UC Davis Law Review*, vol. 46, 2012, p. 629-700, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 322.

⁷⁶³ V. *infra*, §274.

⁷⁶⁴ Un auteur explique bien ce point en faisant l'analogie entre un distributeur automatique de bonbons et la blockchain : J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 6 « *the machine is physically vulnerable. If you punch a hole in the window, you can grab all the Skittles you want. A better smart contract platform would have direct control over resources whenever possible. That is, whenever it could it would use virtual resources rather than physical ones* » (nous traduisons : la machine est physiquement vulnérable. Si vous faites un trou dans la vitre, vous pouvez attraper tous les Skittles que vous voulez. Une meilleure plateforme, utilisant des smart contracts, permettrait d'avoir un contrôle direct sur les ressources lorsque c'est possible. Autrement dit, chaque fois que cela est possible, elle utiliserait des ressources virtuelles plutôt que physiques).

informatique. Seule la prestation de paiement du prix pourra être exécutée par un smart contract auquel aura été transmise l'information, par un oracle, relative à la bonne exécution de l'obligation dans le monde matériel.

273. Ouverture prospective : les métavers. Il faut mentionner le récent engouement des grandes marques et du public pour les métavers⁷⁶⁵, ces univers parallèles développés en ligne, qui existent depuis bien longtemps – notamment à travers les jeux vidéos – et qui connaissent un nouvel essor à l'ère du Web décentralisé⁷⁶⁶.

Or, les nouveaux métavers, tels que Decentraland ou The Sandbox, sont adossés à des blockchains et fonctionnent à l'aide de crypto-actifs, afin de développer tout une économie du métavers. En effet, « les cryptoactifs ont un rôle majeur : permettre l'émergence et l'utilisation d'applications décentralisées. De ce fait, ils ouvrent la voie à un nouveau web, le web décentralisé, mené par de nouveaux acteurs, qui suivent de nouvelles logiques économiques »⁷⁶⁷. Grâce aux cryptoactifs, il est possible d'acheter des biens numériques dans le métavers, des plus fantaisistes aux plus calqués sur le monde *fiat*, matériel. Déjà, de grandes marques acquièrent des terrains dans certains métavers pour y développer leurs magasins virtuels... et capter des revenus en actifs numériques⁷⁶⁸.

Ce développement à venir, s'il se confirme, pourrait signifier un essor très important du recours aux transactions sur des blockchains, et donc à des smart contracts. Leur champ d'application peut également être élargi à tous les actifs représentés ou contrôlés numériquement.

⁷⁶⁵ V. *supra*, §16.

⁷⁶⁶ L'expression de « Web décentralisé » désigne la nouvelle ère du Web, qui peut, grâce à la blockchain et aux crypto-actifs, proposer des applications décentralisées. Selon M. Jeanneau (C. JEANNEAU, *L'âge du web décentralisé*, *op. cit.*), grâce à la blockchain, « il est possible de construire des applications décentralisées (qui fonctionnent sur un réseau décentralisé, par opposition aux applications classiques qui dépendent de serveurs centralisés) » (p. 8), dont le code est open source et dont les créateurs ne sont pas les maîtres absolus (p. 12). « En ce sens, la blockchain constitue un retour à l'esprit originel d'Internet. Comme le rappelle Sébastien Soriano, "Internet veut dire inter-networks, c'est-à-dire c'est un réseau de réseaux sur lequel tout le monde peut arriver avec son petit bout de réseau (son ordinateur personnel, l'ordinateur d'une entreprise...) et se connecter au grand réseau sans avoir à demander l'autorisation de quiconque. Là est vraiment la nature même d'Internet : cette interconnexion libre dans laquelle chacun peut consulter, regarder et poster librement". » (p. 9).

⁷⁶⁷ *Ibid.*, p. 20.

⁷⁶⁸ Il s'agit tant de marques de grande distribution comme Carrefour (C. WOITIER, « Pourquoi Carrefour a acheté un terrain virtuel dans le métavers », *op. cit.*) que de marques de luxe, répondant à la logique de rareté, désormais possible dans les mondes virtuels numériques, et créer des *NFT* exclusifs (comme Louis Vuitton, Burberry, Dom Pérignon, ou encore Nike : v. A. FAGUER, « Le luxe à l'assaut du métavers », *op. cit.*).

2) Un actif représenté ou contrôlé numériquement

274. Des actions portant sur des actifs représentés ou contrôlés numériquement. Si l'action programmée par le smart contract doit porter sur des données numériques pour être exécutée par l'ordinateur virtuel, alors il suffit que l'actif sur lequel elle porte soit représenté numériquement. C'était d'ailleurs l'idée de Nick Szabo dès 1997, dans ses premiers écrits sur les smart contracts⁷⁶⁹ : il propose d'ancrer des contrats dans toute sorte de propriété évaluable en argent et contrôlable numériquement⁷⁷⁰. Les smart contracts sont alors un moyen de contrôler et de transférer tout actif grâce à ce référencement numérique. L'auteur prend l'exemple d'une voiture contrôlée grâce à un système de sécurité numérique, où seul le véritable propriétaire peut ouvrir le véhicule grâce à une vérification cryptographique. Il imagine le cas d'un contrat de location financière de ce véhicule, où le défaut de paiement du débiteur entraîne le retour au créancier des clés cryptographiques de contrôle du véhicule⁷⁷¹.

Cette idée a été reprise à l'aune de la blockchain. Des auteurs affirment ainsi que « tout élément de contenu, de données ou même de propriété peut être enregistré ou représenté numériquement sur la blockchain sous une forme cryptée, permettant aux gens d'effectuer des transactions directement, instantanément et sous un pseudonyme »⁷⁷². La représentation numérique d'une valeur rend possible son contrôle ou son transfert par le biais d'un smart contract déployé sur la blockchain, dès lors que cette représentation est unique et infalsifiable, ce que permet la cryptographie. Mais comment procéder ? Si les auteurs affirment que toute propriété physique, grâce aux objets connectés, peut être manipulée et contrôlée grâce au code informatique, ce qui en fait une « *smart propriété* »⁷⁷³, sans doute faut-il nuancer cette proposition audacieuse en précisant que la représentation numérique et unique doit être possible.

⁷⁶⁹ N. SZABO, « Formalizing and Securing Relationships on Public Networks », *First Monday*, 1^{er} septembre 1997 (en ligne : <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>) ; N. SZABO, « The Idea of Smart Contracts », 1997 (en ligne : <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>).

⁷⁷⁰ L'auteur précise (N. SZABO, « The Idea of Smart Contracts », *op. cit.*) : « *Smart contracts go beyond the vending machine in proposing to embed contracts in all sorts of property that is valuable and controlled by digital means. Smart contracts reference that property in a dynamic, often proactively enforced form, and provide much better observation and verification where proactive measures must fall short.* » (nous traduisons : Les smart contracts vont au-delà du distributeur automatique en proposant d'intégrer des contrats dans toutes sortes de biens qui ont une valeur et sont contrôlés par des moyens numériques. Les smart contracts font référence à ces biens sous une forme dynamique, souvent appliquée de manière proactive, et fournissent une observation et une vérification bien meilleures là où les mesures proactives ne suffisent pas.)

⁷⁷¹ *Id.*

⁷⁷² A. WRIGHT et P. DE FILIPPI, « Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia », *op. cit.*, p. 19 (passage original : « *Any piece of content, data, or even property can be registered or represented digitally on the blockchain in an encrypted form, enabling people to transact directly, instantaneously, and pseudonymously* »).

⁷⁷³ *Ibid.*, p. 33.

275. Appréciation. Il n'est à ce jour pas envisagé de vendre un bien immobilier directement par le biais d'un smart contract. En revanche, le contrôle par un smart contract d'un outil connecté est tout à fait possible afin de donner accès à l'usage d'un bien physique. C'est le cas d'un verrou « intelligent »⁷⁷⁴, qui commande l'accès à l'usage d'une chose – un appartement, un vélo ou une trottinette garée dans la rue, un véhicule autonome, etc. L'internet des objets peut se révéler être un atout majeur pour le développement des smart contracts, dès lors que cette innovation technologique permet de donner un accès ou un contrôle numérique et à distance portant sur des objets du monde physique. Il faut aussi aller plus loin avec la possibilité de représenter entièrement et numériquement le bien considéré : c'est le rôle des jetons, ou *tokens*, qui viennent révolutionner l'appréhension de la valeur.

B. Les tokens : repenser la représentation de la valeur

276. La tokenisation⁷⁷⁵. **La révolution de la valeur.** « Un token est un actif numérique émis et échangeable sur une blockchain »⁷⁷⁶, qui peut être créé par tout internaute, personnalisé par son créateur et transféré entre deux parties en pair-à-pair. Il peut représenter « par exemple, un droit d'usage d'un produit ou service blockchain ; un droit de vote ; un droit d'auteur ; un moyen de paiement ; une réputation ; ou encore, plus globalement une unité de valeur d'échange au sein d'une application décentralisée ou d'un écosystème donné »⁷⁷⁷. Ces actifs numériques sont échangeables à tout moment sur des plateformes d'échange, ce qui les rend très liquides⁷⁷⁸. Les tokens décrits sont de nouveaux actifs qui ont une valeur intrinsèque et ne représentent pas à proprement parler un autre actif.

277. Tokeniser les actifs incorporels traditionnels. Mais la « *token economy* »⁷⁷⁹ ne s'arrête pas là : il y a aussi la tokenisation d'actifs traditionnels, à commencer par les actifs financiers, qui n'avaient jusque-là connu que le passage du papier à l'électronique mais

⁷⁷⁴ C'est notamment ce que propose l'initiative « Slock.it », qui travaille sur des verrous électroniques connectés, qui peuvent être déverrouillés par un appareil détenant le bon jeton, ou « token » : ce token est acquis par l'utilisateur en vue d'utiliser le bien contrôlé par le verrou, au montant indiqué par le propriétaire du bien pour l'utilisation projetée. V. K. CHRISTIDIS et M. DEVETSIKIOTIS, « Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things », *op. cit.*, p. 2298.

⁷⁷⁵ Pour une brève bibliographie sur les tokens et les ICO (levées de fonds en cryptomonnaies en échange de tokens nouvellement émis) : J.-P. LANDAU et A. GENAIS, *Rapport Landau - Les crypto-monnaies*, *op. cit.* ; C. JEANNEAU, *L'âge du web décentralisé*, *op. cit.* ; S. COHNEY *et al.*, « Coin-Operated Capitalism », *op. cit.* ; J. ROHR et A. WRIGHT, « Blockchain-Based Token Sales, Initial Coin Offerings, and the Democratization of Public Capital Markets », *Hastings Law Journal*, vol. 70, 2017, p. 463-524.

⁷⁷⁶ C. JEANNEAU, *L'âge du web décentralisé*, *op. cit.*, p. 19.

⁷⁷⁷ *Id.*

⁷⁷⁸ *Id.*

⁷⁷⁹ H. DE VAUPLANE, « Comment la token economy transforme la finance », *Revue Banque*, n° 813, 26 octobre 2017.

n'étaient pas encore « digitalisés ». L'auteur analyse ce mouvement : « La digitalisation des actifs qu'ouvre les *security tokens* constitue le pendant de la digitalisation de l'information ouvert par Internet. Il est alors question de « tokenisation », qui désigne le processus d'inscription d'un actif, et de ses droits associés, sur un token afin d'en permettre la gestion et l'échange en pair-à-pair, de façon instantanée et sécurisée sur une infrastructure blockchain »⁷⁸⁰. Ici, l'actif financier traditionnel est intégralement représenté numériquement par le token. Un smart contract peut alors contrôler l'actif financier, le transférer, l'acquérir.

Cette tokenisation est facilement imaginable pour tous types d'actifs incorporels⁷⁸¹ et c'est pourquoi les droits de propriété intellectuels, par exemple, font déjà l'objet de cas d'usage développés sur la blockchain. En effet, des smart contracts permettent de suivre l'utilisation numérique d'une œuvre et de déclencher automatiquement le paiement des droits d'auteur qui y sont attachés⁷⁸², exemple typique d'un actif incorporel représenté numériquement, sans être réduit au token. L'œuvre d'art numérique elle-même, ou un livre numérique, pourrait être divisée en tokens et sa propriété ainsi que les droits intellectuels qui y sont attachés, répartis entre plusieurs propriétaires⁷⁸³. Ces tokens sont alors non fongibles (*Non Fungible Tokens*, les fameux NFT), puisqu'ils représentent un objet unique. Cette possibilité est aujourd'hui largement exploitée, principalement par des artistes et des marques, pour créer un nouveau marché de l'art numérique sécurisé par la blockchain⁷⁸⁴. Certains NFT ont été vendus pour l'équivalent de dizaines de millions de dollars, parfois par l'intermédiaire de grandes maisons de vente telle que Christie's⁷⁸⁵.

278. Tokeniser les actifs corporels traditionnels. Pourquoi ne pas pousser la tokenisation à l'étape ultime, celle des actifs du monde réel ? Celle-ci serait possible et pourrait se répandre progressivement⁷⁸⁶. La valeur du token est alors celle de l'actif qu'il représente – ou d'une fraction de celle-ci, si l'actif est représenté par plusieurs tokens⁷⁸⁷. Ce seront alors des

⁷⁸⁰ C. JEANNEAU, *L'âge du web décentralisé*, op. cit., p. 33.

⁷⁸¹ *Ibid.*, p. 35 : l'auteur cite par exemple les brevets, les crédits carbone, les droits d'auteur.

⁷⁸² Par exemple, l'initiative Open Music (<https://open-music.org>) vise à enregistrer les licences de musiques et à rémunérer tous les acteurs concernés (musicien, auteur-compositeur, interprète, éditeur etc.) à chaque fois qu'une musique est jouée.

⁷⁸³ La tokenisation pousse ici à investir dans l'art numérique, en rétribuant les nouveaux propriétaires d'une fraction de l'œuvre par une distribution des sommes versées en cas d'utilisation de la chose au sens large : téléchargement du livre numérique, lecture d'une musique ou d'une vidéo, visionnage d'une sculpture en 3D, etc.

⁷⁸⁴ V. *supra*, §7.

⁷⁸⁵ CHRISTIE'S, « Christie's Surpasses \$100M in NFT Sales - Press Release », 2021.

⁷⁸⁶ C. JEANNEAU, *L'âge du web décentralisé*, op. cit., p. 34-35.

⁷⁸⁷ Ce fractionnement permet de rendre accessible des investissements dans des valeurs qui auraient été trop élevées. Pour illustrer l'exemple abstrait de Clément Jeanneau (*Ibid.*, p. 24), qui voit des particuliers « acquérir collectivement un tableau de valeur pour un musée local via une vente de tokens, même si aucun d'entre eux n'a individuellement les moyens d'acheter le tableau », imaginez investir dans le portrait d'Adele Bloch-Bauer de Klimt, acquis pour 135 millions de dollars par Ronald Lauder : difficile de surenchérir à défaut d'être multi-millionnaire. Mais la donne change si le

parts de société d'investissement immobilier – peut-être un jour, de l'immeuble lui-même ? – des œuvres artistiques, d'un stock de diamants ou d'or⁷⁸⁸, etc. Ce fractionnement d'un actif corporel traditionnel n'est pas inconnu à ce jour. Il existe en effet d'ores et déjà une pratique consistant à acheter des chevaux de course à plusieurs, afin de partager les profits issus des courses. Ces « copropriétés » ne sont pas spécifiquement régies (si ce n'est fiscalement) : elles peuvent prendre la forme soit d'une indivision conventionnelle, soit d'une société en participation⁷⁸⁹. On parle généralement de « syndicat des copropriétaires » d'étalons de course. Une tokenisation du cheval permettrait de répartir plus facilement les gains tirés des performances du cheval et de faciliter la prise de décision par l'ensemble des copropriétaires, en incluant un droit de vote dans chaque token par exemple.

Grâce à la tokenisation, l'accès à des actifs de forte valeur est démocratisé tandis que l'échange des tokens est grandement facilité et même rendu possible alors qu'ils ne représentent que des fractions de propriété⁷⁹⁰. Mais pour d'autres types de tokens, ou pour le cas où c'est un objet connecté qui est contrôlé par le smart contract, le programme informatique peut avoir pour rôle de conférer un droit d'usage sur le bien, un droit d'accès ou une licence. L'utilité de ces actifs numériques est très diverse et les smart contracts qui ont pour objet des tokens peuvent être programmés pour autant d'actions variées.

279. Le champ d'action des smart contracts élargi. Grâce aux tokens, un smart contract peut créer, transférer, gérer tout type d'actifs contrôlés ou représentés numériquement, et un nombre inimaginable d'actions pourraient ainsi être informatiquement exécutées sur ces actifs numériques ou numériquement représentés ou contrôlés. Du moins, cette expansion du champ d'application est envisageable dans un avenir proche, au fur et à mesure de la tokenisation de la valeur et du recours à l'internet des objets. Le smart contract pourra alors avoir pour objet des obligations contractuelles très diverses, exécutoires automatiquement et sans intervention humaine dès lors qu'elles portent sur ces actifs et que les conditions en sont remplies. Toutefois, il faut pour cela que le code informatique s'exécute correctement et sans erreur.

financement est fractionné en dizaine de milliers de tokens, permettant à de nombreux individus de détenir une fraction de valeur du tableau, et d'être, par exemple, rémunérés à chaque reproduction de celui-ci.

⁷⁸⁸ Pour ces actifs fongibles, la conversion en tokens est d'autant plus facile qu'elle correspond à des unités de stock. V. *Ibid.*, p. 35.

⁷⁸⁹ E. KORNPROBST, « Sociétés de personnes : régime fiscal », in *Répertoire des sociétés*, Dalloz, 2017, n^{os} 320-326.

⁷⁹⁰ C. JEANNEAU, *L'âge du web décentralisé*, *op. cit.*, p. 35

II. Les erreurs contenues dans le code informatique

280. Recourir à un smart contract, c'est recourir à un instrument assurant l'exécution automatique et infaillible des engagements. Ou du moins est-ce le cas sous réserve d'erreurs logicielles. Cette réserve est de taille : puisque le code informatique est porteur de l'exécution d'une transaction, la moindre erreur qui s'y glisse peut enrayer l'engrenage. Et ces éventuelles erreurs ne sont révélées qu'au stade de l'exécution, donnant lieu à des situations difficiles à résoudre. La présence d'erreurs dans le code informatique est un obstacle technique auquel les parties doivent se préparer pour ne pas se retrouver démunies devant un instrument ne fonctionnant pas comme elles l'avaient anticipé (A). En effet, ces failles et erreurs ne sont souvent décelées que lorsque le smart contract est déployé sur une blockchain pour s'exécuter : les parties en prennent connaissance le plus souvent parce que le code ne s'exécute pas conformément à leurs attentes. Selon la source de l'erreur, différentes conséquences peuvent être observées (B).

A. L'obstacle technique : des erreurs dans le code informatique

281. L'existence d'erreurs. Les failles et erreurs du code informatique révélées lors de l'exécution du smart contract sont présentes dans le code dès sa rédaction⁷⁹¹ : par définition, l'erreur est dans le code informatique, dans sa syntaxe, dans son expression. Mais comment y est-elle arrivée ? L'erreur provient-elle seulement du programmeur ou peut-elle résulter d'une cause extérieure ? Différentes sources d'erreurs peuvent être mises en lumière : la véritable erreur de programmation mais aussi l'erreur de traduction du langage juridique vers le langage informatique, dans le cas où des parties voudraient recourir à un smart contract pour exécuter les termes de leur accord.

282. L'erreur de programmation. Les smart contracts sont des logiciels, codés par des programmeurs humains. Dès lors, ces logiciels seront (presque) toujours imparfaits et parés d'erreurs, même lorsqu'ils sont codés et vérifiés avec le plus grand soin⁷⁹². Et ce risque

⁷⁹¹ On exclut ici l'erreur commise par l'oracle dans la transmission de l'information nécessaire à l'exécution du smart contract : ce n'est pas une erreur dans le code informatique mais une erreur extérieure, qui empêche le déclenchement d'une action ou au contraire la déclenche à tort. Dans cette hypothèse, le code informatique fonctionne correctement et reflète la volonté des parties. Sur l'oracle et le risque d'erreurs qu'il induit, v. *supra*, §227.

⁷⁹² S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 2 ; K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 365 ; E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 11. Statistiquement, tout programme informatique contient des erreurs.

augmentera proportionnellement à la complexité du smart contract : des vérificateurs de code informatique ont pu relever jusqu'à cent erreurs pour mille lignes de code... un taux qui continuera de grimper avec l'ambition des projets⁷⁹³. En somme, l'erreur de codage résulte de la complexité de maîtrise du langage utilisé pour les smart contracts⁷⁹⁴ et peut s'apparenter à une erreur mathématique. L'emploi d'un terme pour un autre, une erreur logique ou une erreur de syntaxe peuvent donner des résultats très différents de ceux attendus.

283. L'erreur de traduction. Le code informatique rédigé peut également être correct du point de vue de la programmation recherchée et fonctionner parfaitement, mais ne pas refléter la volonté des parties contenue dans le contrat classique. Il contient alors une erreur, fruit de l'incompréhension du rédacteur du code⁷⁹⁵. Une telle erreur n'est ni plus ni moins qu'une erreur de traduction entre le langage naturel (juridique, classique) et le langage formel (informatique), de la même manière qu'un traducteur peut commettre une erreur de compréhension dans le texte original et ainsi inclure des erreurs de traduction dans le langage de destination.

Comment la faute de traduction s'est-elle produite ? Ici, c'est l'incompréhension du programmeur qui sera le plus souvent à l'origine de l'erreur, celui-ci n'ayant pas compris la signification et la portée des obligations juridiques qu'il devait traduire en smart contract. Mais elle peut aussi être liée à une incompétence voire à une certaine malhonnêteté⁷⁹⁶, notamment dans une relation contractuelle déséquilibrée, le rédacteur profitant de l'ignorance de l'autre partie pour insérer dans le code informatique des actions non convenues⁷⁹⁷.

Or, ces erreurs risquent d'autant plus de survenir que l'on tentera de traduire des concepts larges et imprécis du droit en une logique précise et inflexible informatique⁷⁹⁸. Et tant que les juristes ne seront pas eux-mêmes des développeurs informatiques, les incompréhensions entre ces deux domaines pourront survenir et mener aux erreurs de traduction évoquées⁷⁹⁹. L'erreur contenue dans le code est ici le fruit d'une faute de traduction, parce qu'un concept de droit des contrats ou la volonté des parties n'aura pas été bien compris du codeur.

⁷⁹³ S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 26.

⁷⁹⁴ *Ibid.*, p. 9-12, sur la programmation complexe, souvent en équipe.

⁷⁹⁵ V. en ce sens, E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 11.

⁷⁹⁶ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 11.

⁷⁹⁷ V. *infra*, §289.

⁷⁹⁸ V. sur le sujet, J. G. ALLEN, « Wrapped and Stacked », *op. cit.* ; S. FARRELL, H. MACHIN et R. HINCHLIFFE, « Lost and found in smart contract translation », *op. cit.* et *supra*, §249 s. sur le langage inflexible.

⁷⁹⁹ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 18.

Ces risques d'erreurs ont peu été analysés⁸⁰⁰ et doivent être sérieusement pris en compte, eu égard aux conséquences qui peuvent en découler en particulier lorsque le smart contract est exécuté sur une blockchain.

B. Les conséquences des erreurs

284. La faillibilité coûteuse du smart contract. Le code informatique n'est donc pas infaillible. Or, on l'a vu, une fois lancé le programme s'exécute sans qu'il soit possible de l'arrêter manuellement et l'erreur ne pourra dès lors pas être corrigée, en principe⁸⁰¹. Les erreurs peuvent alors se révéler très coûteuses en raison de la situation qu'elles engendrent⁸⁰² et qu'il sera particulièrement difficile de modifier ou de réparer. En effet, les erreurs engendrent des conséquences importantes quant à l'exécution du smart contract (1). Ce constat doit inciter fortement les parties à prendre des mesures préventives pour anticiper les erreurs dans le code (2).

1) Les conséquences des erreurs sur l'exécution du smart contract

285. Les conséquences de l'erreur de programmation. L'erreur contenue dans le programme informatique peut produire plusieurs résultats très différents. Déjà, le blocage technique : le smart contract ne peut tout simplement plus s'exécuter, ou pas correctement, car le programme ne fonctionne pas ou fonctionne mal. L'erreur a enrayé la machine et les parties se trouvent dans une impasse. Ensuite, l'erreur technique de programmation peut ouvrir la voie à des actions non anticipées. C'est l'exemple de la faille présente dans le code de l'organisation décentralisée The DAO, où le programme informatique pouvait s'exécuter sans problème, mais une ligne de code erronée permettait, sans que cela ait été anticipé, de détourner des fonds⁸⁰³. Ces erreurs sont particulièrement difficiles à identifier, car elles permettent techniquement des

⁸⁰⁰ À l'exception notable de Mme Mik, qui alerte vivement sur ces risques : *Ibid.*, p. 15-21 ; v. aussi, S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *Minnesota Law Review*, n° 105, 2020, p. 25-26.

⁸⁰¹ S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 25.

⁸⁰² Et souvent la partie victime de l'erreur choisira de payer l'autre partie pour sortir de cette situation et procéder à une transaction contraire : *Ibid.*, p. 7 (« *In many cases, the losers of coding errors have paid off the winners to undo transactions* »).

⁸⁰³ V. par ex. *Rapport Paris Europlace*, *op. cit.*, p. 93 : « Pour mémoire, une clause du smart contract de The DAO n'était pas conforme à l'objet de l'engagement souhaité par les parties et a permis à une personne ayant identifié cette faille d'en profiter en siphonnant l'équivalent en crypto-monnaie de plusieurs dizaines de millions de dollars. » ; pour une explication plus avancée, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 350-352. Sur l'affaire The DAO, v. *supra*, §21.

actions que le programmeur n'a pas cherché à coder. Le smart contract peut donc s'exécuter sans difficulté mais mener à des situations non prévues par les parties.

286. Les conséquences de l'erreur de traduction. Lorsque l'erreur provient d'une faute de traduction, le code informatique peut en principe s'exécuter sans problème. En revanche, les actions qui en découlent ne correspondent pas à la volonté exprimée par les parties⁸⁰⁴ – soit dans un contrat classique, soit de façon plus informelle en l'absence de contrat préexistant. Dès lors, le smart contract s'exécute de façon non conforme à la volonté des parties mais exécute les actions comme prévu dans le code informatique. Un conflit surgit entre le code du smart contract et les prévisions des parties. Par ailleurs, il ne faut pas omettre le cas où l'erreur de traduction mène également à une inexécution du contrat, dès lors qu'une condition est manquante ou qu'une clause est inexactement traduite, conduisant les parties à une impasse d'exécution⁸⁰⁵.

Il apparaît dès lors indispensable pour les parties de prendre des mesures pour anticiper les erreurs dans le code.

2) *L'anticipation des erreurs dans le code*

287. Anticiper l'erreur de traduction : un enjeu délicat. À ce jour, l'opération de traduction d'un contrat en langage juridique naturel en programme informatique n'est pas automatisable⁸⁰⁶, faute d'avancées technologiques suffisantes. Or, on ne pourrait se contenter d'une traduction grossière, approximative, eu égard à la rigueur et à la précision du langage juridique – ce que les informaticiens ne saisissent pas forcément⁸⁰⁷, alors que la moindre ambiguïté des termes d'un contrat peut être source de contentieux. Il faut donc procéder à une traduction minutieuse en recourant à des codeurs travaillant de pair avec les juristes, afin d'être assuré d'obtenir le résultat escompté, ce d'autant plus que toute modification s'avère particulièrement difficile une fois le smart contract déployé sur une blockchain. Une clause pourrait être insérée afin d'anticiper ces difficultés.

288. Une clause de priorité. Des précautions supplémentaires peuvent être prises en amont, pour éviter des contentieux liés à la traduction et à des difficultés d'interprétation, en

⁸⁰⁴ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 11 et p. 18.

⁸⁰⁵ Sur l'identification de ces erreurs et leur traitement, v. *infra*, §657 s.

⁸⁰⁶ *Ibid.*, p. 16.

⁸⁰⁷ En ce sens, *Ibid.*, p. 17.

s'inspirant des solutions pensées pour les contrats multilingues⁸⁰⁸, où un même contrat est établi en plusieurs versions, chacune dans une langue. Il est fréquent que les parties insèrent une clause d'interprétation prioritaire, où les parties confèrent priorité à l'une des versions⁸⁰⁹ : celle-ci s'imposera en cas de divergences d'interprétation par les parties en se fondant sur les différentes versions du contrat. Cette clause est particulièrement utile lorsque les deux versions linguistiques distinctes n'ont pas été rédigée simultanément⁸¹⁰. Une telle solution pourrait être proposée pour adapter le régime des smart contracts et prendre en compte cet obstacle technique⁸¹¹.

289. Repérer et corriger les erreurs de programmation. Une des prémisses du problème tient au fait que personne ne lit les contrats aujourd'hui, et ce d'autant plus les contrats conclus en ligne sous forme de conditions générales⁸¹². Cela s'applique sans nul doute aux smart contracts, qui ne sont la plupart du temps pas lus par ceux qui les acceptent et se contentent de croire ce que la partie rédactrice⁸¹³, ou le modèle utilisé, annonçait comme résultat⁸¹⁴. La pratique de l'audit s'impose, comme évoqué précédemment au stade de la rédaction du smart contract⁸¹⁵, afin de s'assurer d'une part que le code informatique effectuera les opérations promises et d'autre part qu'il ne contient pas d'erreurs. Des auteurs ont décrit très précisément les étapes possibles de la vérification du code informatique⁸¹⁶. D'abord, une phase de vérification du langage informatique employé, en interne et en fin de rédaction, par une autre équipe de codeurs par exemple ; ensuite, une phase de simulation de déploiement du

⁸⁰⁸ V. sur le sujet, F. BUY *et al.*, *Les principales clauses des contrats d'affaires*, 2^e éd., LGDJ, 2018, « Clause de traduction », spéc. n° 1788 : « la clause de traduction prévient ou résout un conflit de traduction qui peut se présenter, soit lorsqu'il existe plusieurs versions du contrats, dans des langues distinctes (contrat multilingue), signées par les parties ; soit lorsqu'il n'existe qu'une seule version du contrat, mais dans une langue autre que celle de certains des contractants ».

⁸⁰⁹ J.-M. MOUSSERON et P. MOUSSERON, « La langue du contrat », in *Mélanges Michel Cabrillac*, Litec, Dalloz, 1999, n° 21 ; A.-M. LEROYER, « Fasc. 872 : Langue française », in *JCl. Concurrence-Consommation*, 2010, n° 106 ; F. BUY *et al.*, *Les principales clauses des contrats d'affaires*, *op. cit.*, « Clause de traduction », n° 1788 : il s'agit ici d'une « clause de langue » ; v. aussi F. X. TESTU, *Contrats d'affaires, 2015-2016*, *op. cit.*, n° 37.49.

⁸¹⁰ F. BUY *et al.*, *Les principales clauses des contrats d'affaires*, *op. cit.*, « Clause de traduction », n° 1797.

⁸¹¹ V. *infra*, §608.

⁸¹² V. *supra*, §131-132 sur la multitude de contrats conclus en ligne et le comportement insouciant du contractant internaute.

⁸¹³ Et une étude a montré que souvent, les parties proposant les smart contracts après un document public, tel qu'un *whitepaper* dans le cadre d'une ICO, incluent dans les smart contracts des actions qui diffèrent de celles promises et offrent notamment des pouvoirs de modification à la partie rédactrice... (S. COHNEY *et al.*, « Coin-Operated Capitalism », *op. cit.*, p. 598). On voit l'importance de lire et vérifier le code.

⁸¹⁴ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 11 : « *If the parties used a smart contract created by a third party, there may also be a discrepancy between what the parties were told the smart contract would do and what it actually does* » (nous traduisons : Si les parties ont utilisé un smart contract créé par un tiers, il peut également y avoir une divergence entre ce que les parties ont été informées que le smart contract ferait et ce qu'il fait réellement.).

⁸¹⁵ V. *supra*, §245.

⁸¹⁶ S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 12.

smart contract qui consiste en un véritable test en action pour détecter les éventuels bugs restants.

Mais les corrections d'erreurs peuvent aussi être le fruit de la pratique et de l'entraide de la communauté de développeurs⁸¹⁷, qui revoient les smart contracts déployés en *open source*, ou sollicitent leurs pairs pour des revues et des améliorations avec le temps. La réutilisation d'un smart contract déjà déployé et disponible en open source favorise la détection et la correction des erreurs qui peuvent s'y être glissées – si du moins des programmeurs compétents s'en saisissent⁸¹⁸ ; sinon, le risque est au contraire celui de la propagation d'un smart contract contenant des bugs⁸¹⁹. En définitive, la pratique, par la mise en œuvre des smart contracts, est la meilleure façon de détecter et corriger les erreurs contenues dans des modèles, qui seront ensuite améliorés et réutilisés.

290. Prévoir contractuellement le risque d'erreur. En tout état de cause, les parties peuvent prendre des mesures préventives afin d'être préparées si des erreurs subsistent dans le code. Les parties peuvent ainsi inclure une clause prévoyant la répartition de la charge des risques d'erreurs de programmation et qualifier l'inexécution subséquente en un dysfonctionnement du smart contract plutôt qu'en inexécution contractuelle⁸²⁰. Une telle clause permettrait d'offrir aux parties la possibilité d'exécuter l'obligation objet de l'erreur par un moyen alternatif, qu'il s'agisse d'un nouveau smart contract ou d'une exécution en dehors de la blockchain, sans sanctionner immédiatement l'inexécution indépendante de leur volonté. Cette acceptation des risques permet d'anticiper les moyens de pallier les conséquences des erreurs contenues dans le code, mais il faudra en apprécier les conséquences en termes de responsabilité⁸²¹. Pour éviter un blocage définitif du smart contract, il faudra alors que le smart

⁸¹⁷ Et certaines nouvelles blockchains, comme Cardano ou Tezos, vont plus loin et tentent de pallier ce risque inhérent des failles et erreurs dans le code en utilisant un autre langage de programmation et le système de la preuve formelle : « l'emploi de la preuve formelle en programmation permet de vérifier a priori la validité d'un programme et donc de simplifier voire de rendre inutile la recherche de bugs. L'emploi de tels langages vise à faire passer la sécurité et la qualité de programmation sur les blockchains à une échelle supérieure ». Pour Cardano, le code du protocole est même soumis à la revue de tous les membres, comme un article scientifique : J. FAVIER, J.-S. LECRIVAIN et A. TAKKAL-BATAILLE, *Bitcoin et protocoles à blockchain. Comprendre l'avènement de la seconde ère numérique*, Mardaga, 2019, p. 120-121.

⁸¹⁸ S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 22 : les auteurs reconnaissent qu'il faut une très bonne expertise pour déceler des erreurs dans des modèles déjà utilisés.

⁸¹⁹ Sur cette pratique et ses avantages, v. *Ibid.*, p. 10 : les auteurs estiment qu'une part importante du code des logiciels open source est copiée ; cela permet de gagner du temps et d'obtenir des solutions toutes-faites et sécurisées, répondant à des problèmes de code complexes ; mais dans le même temps, la réutilisation du code est parfois source de problèmes, surtout si les développeurs ne le maîtrisent pas et propagent en conséquence des erreurs, d'autant qu'un code réutilisé peut être difficile à adapter ou modifier.

⁸²⁰ V. en ce sens, E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 11 (passage original : « *The smart contract may, however, execute incorrectly due to a coding error. In such instance, it seems more appropriate to speak of a malfunction than of breach.* »)

⁸²¹ V. *infra*, §722.

contract initial soit informé de la bonne exécution, le cas échéant, de l'action attendue pour déclencher les actions subséquentes, si l'erreur de programmation n'empêchait que la réalisation d'une première action.

À défaut d'avoir prévu ces mesures préventives, les parties victimes d'erreurs dans le code informatique n'auront d'autre choix que de recourir à des mesures curatives, notamment en empruntant la voie contentieuse⁸²².

291. Conclusion de la section. Si les parties entendent utiliser un smart contract pour exécuter un contrat, plusieurs précautions et limitations s'imposent. D'une part, le smart contract ne peut concerner que des actions numériques, c'est-à-dire qu'il ne peut agir que sur des biens numériquement représentés ou contrôlés. Toutefois, le champ d'application a vocation à s'étendre grâce à l'utilisation future mais très probable de l'internet des objets, permettant de contrôler numériquement des biens physiques, et du recours croissant aux tokens, ces jetons numériques qui peuvent représenter numériquement des parts de la valeur d'un bien incorporel et peut-être bientôt d'un bien corporel.

D'autre part, le smart contract est nécessairement sujet à des erreurs, qu'elles trouvent leur source dans la programmation même ou dans une incompréhension entre la volonté des parties et le développeur du smart contract. Les parties doivent intégrer ces risques pour prendre toutes les mesures préventives possibles afin de faciliter l'exécution des smart contracts.

292. Conclusion du chapitre. Inflexibilité, inintelligibilité, risques d'erreurs et de failles, limitation aux actifs numériques... recourir au code informatique est un chemin semé d'embûches. Peut-on vraiment utiliser les smart contracts au service des contrats ? La réponse est tout de même affirmative : ces obstacles n'empêchent pas les parties d'exécuter un contrat à l'aide d'un smart contract. Mais ces caractéristiques doivent être sérieusement prises en compte. La confrontation de ces obstacles techniques montre que l'objectif d'une exécution contractuelle par le code informatique, sans faille et automatiquement relève d'une certaine illusion, puisque cela suppose un smart contract parfaitement codé et exempt d'erreurs⁸²³. Or, l'utilisation d'un langage inintelligible pour le non initié, et inflexible dans sa construction, rend cet objectif difficile à atteindre. Le travail d'anticipation dans la rédaction du code informatique et de vérification s'avère essentiel, pour éviter autant que possible de se retrouver dans une situation d'impasse ou dans un cas d'exécution non voulue appelant des restitutions.

⁸²² V. *infra*, §683 s.

⁸²³ E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 11.

CONCLUSION DU TITRE I

293. Le recours à des smart contracts déployés sur une blockchain n'est pas sans contraintes et l'adaptation de certaines règles de droit positif sera de mise pour permettre une véritable utilisation contractuelle des smart contracts. Pour l'heure, des difficultés subsistent, qu'il s'agisse de l'absence d'identification des parties, de la rigidité à la fois de la blockchain et du code informatique, des cas limités d'utilisation de l'instrument en pure autonomie, dès lors que la prise en compte du monde extérieur est nécessaire et rendue seulement possible par le recours à un oracle... Ces obstacles, qui ne sont pas forcément aisés à résoudre, peuvent être une barrière à l'adoption massive des smart contracts.

Quand est-il possible et pertinent de recourir à un smart contract, au regard des obstacles techniques persistants à ce jour ? Le recours à l'exécution automatique opère un gel de la volonté d'exécuter les obligations contractuelles au jour de la formation du contrat, en gravant dans le code informatique leur exécution automatique. Si cet outil peut être très utile pour les contrats à exécution instantanée, assurant une exécution conforme infaillible et respectant les prévisions des contractants, il apparaît peu adapté pour des contrats à exécution successive ou relationnels, appelés à durer dans le temps et nécessitant une certaine souplesse d'adaptation, c'est-à-dire pour des contrats sur-mesure ou étalés dans la durée, où le relationnel prend le pas sur le transactionnel⁸²⁴.

Les parties liées par une relation contractuelle au long cours peuvent en effet faire de la révision du contrat un atout commercial important⁸²⁵. Si l'on entend recourir à des smart contracts pour des contrats s'inscrivant dans la durée, il faudra certainement adapter cette exécution automatique et irrésistible en multipliant les situations où les parties peuvent indiquer au smart contract le souhait de ne pas procéder à l'exécution automatique afin de prendre en compte des circonstances extérieures. Restera alors à déterminer l'intérêt de recourir à un instrument automatique... plus vraiment automatique. Notons toutefois que c'est parfois dans les contrats dont l'exécution des obligations est étalée dans la durée que l'automatisation peut être très profitable, en évitant des coûts de maintenance élevés ou des erreurs ou oublis d'exécution de certaines clauses du contrat.

En définitive, les smart contracts prouvent leur utilité pour des transactions simples et instantanées, ou encore pour une utilisation de masse où les coûts de rédaction sont vite compensés. Sans doute le développement de modèles de smart contracts permettra-t-il d'augmenter progressivement leur champ d'application à des transactions plus complexes. Ils

⁸²⁴ J. ROCHFELD, « Les modes temporels d'exécution du contrat », *op. cit.*, n° 24 s.

⁸²⁵ V. *supra*, sur la flexibilité des contrats classiques, §254 s.

sont également adaptés là où les avantages de la rapidité et la certitude d'exécution infaillible viennent compenser les coûts de rédaction et d'anticipation, comme par exemple dans le domaine de la finance décentralisée. On le voit, les smart contracts sont avant tout un outil d'exécution du contrat. Mais ne pourraient-ils pas être parfois utilisés pour l'entier *instrumentum* contractuel, à condition de surmonter les difficultés de rédaction ?

Pour répondre à cette question, il est nécessaire de déterminer la nature juridique des smart contracts.

TITRE II – LA NATURE JURIDIQUE DES SMART CONTRACTS

294. Les smart contracts sont une innovation techno-contractuelle née de la pratique, qui peut recouvrir une multitude d'hypothèses. Pour déterminer la nature juridique des smart contracts, il est nécessaire de comprendre comment ils sont utilisés en pratique, d'observer leur diversité, d'étudier cette ébullition informatique sur les blockchains où les smart contracts sont déployés. Les smart contracts sont susceptibles de revêtir des rôles multiples, grâce à leur fonctionnalité d'exécution d'actions informatiquement programmées. L'observation de la réalité pratique des smart contracts est indispensable pour en découvrir la diversité et tenter de parvenir à une typologie et affiner ensuite la qualification juridique susceptible de leur être appliquée.

L'étude se concentrant sur les smart contracts susceptibles de revêtir un rôle dans la sphère contractuelle, il convient d'identifier ces smart contracts (Chapitre 1), afin d'en proposer une qualification répondant à la diversité des smart contracts utilisés au service des contrats (Chapitre 2).

Chapitre 1 – L'identification des smart contracts

Chapitre 2 – La qualification des smart contracts

Chapitre 1 – L’identification des smart contracts

295. La diversité des smart contracts. Si les smart contracts ont été conçus indépendamment de la blockchain, c’est toutefois la blockchain qui est le cadre d’utilisation connu des smart contracts aujourd’hui : sans la blockchain, les smart contracts seraient sans doute restés bien longtemps dans l’ombre. Tous les cas d’usage des smart contracts envisagés dans l’étude sont donc des smart contracts exécutés sur une blockchain. Une multitude d’exemples est possible, eu égard à la grande diversité d’utilisation des smart contracts. Ceux-ci sont souvent utilisés comme les rouages d’opérations complexes, mais ils peuvent aussi constituer des cas d’usage à part entière. L’observation des smart contracts dans leur diversité (Section 1) est indispensable pour réussir à établir une classification des smart contracts, qui permettra de préciser les liens entre smart contracts et contrats (Section 2).

Section 1 – L’observation des smart contracts

Section 2 – La classification des smart contracts

Section 1 – L’observation des smart contracts

296. Observer la réalité pratique des smart contracts. Le premier cas d’usage d’un smart contract est celui d’une transaction en bitcoins sur la blockchain Bitcoin⁸²⁶. Au-delà de cet exemple, certes simpliste mais qui mérite d’être rappelé, de très nombreux exemples de smart contracts existent⁸²⁷, du plus simple au plus complexe, dès lors qu’il s’agit d’exécuter automatiquement des conditions facilement vérifiables. En suivant une logique de fonctionnement « si..., alors... »⁸²⁸, tout type de transaction pourrait prendre la forme d’un smart contract, à condition de pouvoir être exécutée numériquement. La limite est seulement l’imagination, comme en témoigne la possibilité de programmation sur la blockchain Ethereum, bien plus vaste que celle permise par la blockchain Bitcoin, limitée à des transactions simples⁸²⁹. Ainsi, les smart contracts représentent une multitude de possibilités d’utilisation pratique : il n’est de limite que l’imagination du programmeur. Quelques illustrations, partielles au regard de la réalité pratique de l’utilisation des smart contracts, seront présentées, des plus simples (A) aux plus complexes (B). Il s’agit de prendre la mesure de ce que peuvent représenter les smart contracts pour l’exécution de transactions aujourd’hui et de tenter de découvrir le rôle qu’ils peuvent revêtir au service des contrats.

I. Les cas d’usage simples

297. La recherche de transparence et d’automatisme : les smart contracts de jeux et paris. Les premiers smart contracts développés par des programmeurs pour être exécutés sur des blockchains concernent des situations purement objectives, réalisables exclusivement par algorithmes et sur blockchain, sans recours à des données extérieures subjectives. Ce sont ainsi des smart contracts permettant des jeux de loterie, des jeux en ligne (poker, casino) ou encore des paris sportifs, qui sont déployés et trouvent un certain succès auprès d’utilisateurs

⁸²⁶ J. FAVIER, J.-S. LECRIVAIN et A. TAKKAL-BATAILLE, *Bitcoin et protocoles à blockchain. Comprendre l’avènement de la seconde ère numérique*, op. cit., p. 81 : « il est nécessaire de comprendre que le premier des smart contracts est la transaction de Bitcoin, car finalement c’est un contrat de transfert de fonds entre deux pairs, opération qui sera réalisée uniquement à l’aide du réseau ».

⁸²⁷ Pour une rapide bibliographie, v. X. VAMPARYS, *La blockchain au service de la finance : cadre juridique et applications pratiques*, RB édition, 2018 ; T. BONNEAU et T. VERBIEST, *Fintech et droit*, op. cit.

⁸²⁸ Sur la logique conditionnelle booléenne, v. *supra*, §96.

⁸²⁹ J. FAVIER, J.-S. LECRIVAIN et A. TAKKAL-BATAILLE, *Bitcoin et protocoles à blockchain. Comprendre l’avènement de la seconde ère numérique*, op. cit., p. 81 qui évoquent la liberté quasi infinie de programmation d’Ethereum, là où Bitcoin la limite. Cette différence tient au langage de programmation utilisé : le langage de la blockchain Ethereum offre de bien plus grandes possibilités.

recherchant l'anonymat et l'efficacité de la transaction avec la certitude de l'absence de manipulation des résultats⁸³⁰.

298. L'exécution automatique d'une transaction. Parfois, c'est la seule fonctionnalité de mise en paiement automatique et exempt d'erreur qui est recherchée. Ainsi, dans le cadre d'une vente, portant par exemple sur un actif numérique et plus spécifiquement sur un token, le smart contract devra exécuter deux actions : le transfert de l'actif et le versement du prix. L'exemple vaut aussi pour un contrat d'entreprise portant sur une prestation numérique. Une partie paye le prix, l'autre effectue la prestation – par exemple en donnant accès à de l'espace de stockage en ligne ou en créant une œuvre numérique. On peut également songer recourir à un smart contract pour automatiser le versement de dividendes à des actionnaires d'une société, dès que l'approbation des comptes et l'affectation des bénéfices ont été votées⁸³¹.

299. L'exemple du versement des indemnités d'assurance. Le secteur de l'assurance s'est montré particulièrement accueillant et dynamique à l'arrivée de la blockchain et des smart contracts⁸³², comme on a pu le voir avec l'exemple de Fizzy⁸³³, et illustre le recours à la fonction d'exécution automatique d'un paiement. Les smart contracts peuvent en effet constituer des atouts de taille pour les assureurs, dont une partie importante du temps est consacrée à l'étude des réclamations des assurés et à procéder à leur indemnisation le cas échéant. Or, un contrat d'assurance peut être schématiquement résumé à l'existence d'un accord de procéder à un paiement lorsque survient un événement déterminé. C'est bien la situation qui répond précisément à la définition d'un smart contract. Des compagnies d'assurance pourraient indemniser automatiquement des assurés dans le cadre de l'assurance indicielle, par exemple après trente jours consécutifs de sécheresse, sans passer par un expert ni une déclaration ou une revendication de la part de l'assuré.

300. La suppression des intermédiaires. Certains cas d'usage de smart contracts ont pu être mis en avant dans des situations combinant à la fois des paiements de petits montants et la recherche de confiance. C'est ainsi le cas d'un smart contract qui rémunère les créateurs d'une

⁸³⁰ *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 140 ; site Ethereum France, S. Polrot, <https://www.ethereum-france.com/smart-contract-ou-le-contrat-auto-executant/>

⁸³¹ G. GOFFAUX-CALLEBAUT, « Blockchain et droit des actionnaires », *op. cit.*

⁸³² B. DENIS *et al.*, « La Blockchain dans le secteur de l'assurance », *op. cit.* ; CABINET SIMMONS&SIMMONS LLP, « Le droit et la technologie blockchain : une approche sectorielle », *op. cit.* ; A. COHN, T. WEST et C. PARKER, « Smart after all: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids », *op. cit.* ; X. VAMPARYS, *La blockchain au service de la finance*, *op. cit.*, p. 149-155.

⁸³³ V. *supra*, §103, note 319.

chanson à chaque téléchargement par un utilisateur⁸³⁴ : le smart contract permet de diviser le paiement entre tous les co-créateurs de la chanson, sans rencontrer l'obstacle de sommes trop faibles pour être versées et sans frais d'intermédiaires. Ou encore les paiements transfrontaliers vers des destinataires non bancarisés, pouvant porter sur des sommes non négligeables, alors transférés d'un portefeuille de cryptomonnaie vers un autre. Dans ce cas, les smart contracts assurent l'effectivité du virement exécuté en cryptomonnaie et sa quasi gratuité, évitant les frais de transaction exorbitants dans ce domaine, tandis que la blockchain promet pour sa part la fiabilité et la sécurité de la transaction, dans un délai bien plus rapide que les virements internationaux, quelques minutes contre quelques jours.

L'exemple d'un système de covoiturage a été étudié par un auteur⁸³⁵, pour montrer que l'utilisation d'un smart contract permettrait de supprimer les frais d'intermédiaire tout en assurant la certitude du paiement entre les utilisateurs, tandis que l'enregistrement des transactions sur la blockchain donne aux utilisateurs la confiance nécessaire pour recourir à ce système. Dans un autre domaine, des solutions de vente et d'achat d'énergie renouvelable ont été mises en place en recourant à des smart contracts déployés sur une blockchain afin de réduire les prix pour les consommateurs tout en favorisant la production d'une énergie renouvelable, le tout dans une logique de communauté de voisins⁸³⁶. Toujours dans cette logique de désintermédiation, le recours à des verrous connectés, étudiés en amont⁸³⁷, permet de donner accès à l'utilisation d'objets physiques, meubles ou immeubles, sans passer par une agence de location, tout en ayant l'assurance que le paiement est effectué et que la fin de l'utilisation sera automatiquement prise en compte.

301. Un rôle de séquestre. Des exemples qui précèdent, il ressort que le smart contract peut revêtir un rôle de séquestre, dans le sens qui lui est réservé par la pratique. En effet, le smart contract peut être programmé pour recevoir le prix versé par l'acquéreur et le conserver

⁸³⁴ P. DE FILIPPI et A. WRIGHT, *Blockchain and the law*, *op. cit.*, p. 76 ; M. SOULEZ, K. LEFEVRE et C. ZLOTYKAMIEN, « La blockchain serait-elle l'avenir de la musique ? », *op. cit.*

⁸³⁵ E. GUILHAUDIS, « Comprendre la blockchain à travers l'étude d'un cas pratique : le covoiturage "blockcar" », *RLDI*, n° 143, 1^{er} décembre 2017.

⁸³⁶ V. l'exemple des *smart grids* à Brooklyn notamment, A. COHN, T. WEST et C. PARKER, « Smart after all: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids », *op. cit.*, p. 12-14. Un livre blanc a exploré les possibilités qu'offre la blockchain pour les énergies renouvelables, notamment « développer l'autoconsommation collective, c'est-à-dire la mise en relation entre producteurs et consommateurs d'électricité, à l'échelle locale, comme Power Ledger en Australie, ElectraSeed en Afrique, ou encore l'expérimentation française à Lyon, menée par Bouygues Construction, Microsoft, Energisme et Stratum », « inciter à la production d'énergie solaire, avec SolarCoin, dont le jeton sert également à régler ses factures d'électricité dont la production provient d'énergie renouvelable », et encore « effectuer de manière automatisée et fiable le calcul d'économie d'énergie, pour quantifier et justifier des performances carbone » (J.-A. FINES SCHLUMBERGER *et al.*, *Livre Blanc : Blockchains et développement durable*, J.-A. Fines Schlumberger (dir.), Blockchain X, 2020, p. 7).

⁸³⁷ V. *supra*, §158.

en attendant que la contrepartie soit exécutée par le cocontractant⁸³⁸. Cette fonctionnalité fait écho à celle du séquestre, qui peut être en pratique un avocat ou un notaire désigné pour recevoir les fonds d'une opération en attendant son dénouement, conformément aux termes d'un acte de mission de séquestre, et les transmettre ensuite au vendeur ou à l'emprunteur, selon l'opération considérée – le terme de séquestre est alors employé dans un sens large, à ne pas confondre avec l'acception stricte du code civil, limitée à la conservation d'une chose litigieuse⁸³⁹.

Suivant sa programmation, le smart contract pourra alors transférer les cryptoactifs au créancier, si la prestation est effectuée ou si le bien acquis est livré, ou restituer le prix à l'acquéreur ou au client insatisfait, si les conditions n'ont pas été remplies. Le smart contract donc peut très facilement conserver des fonds transférés selon les modalités prévues par les parties. Techniquement, les fonds en cryptoactifs sont transférés depuis le « *wallet* » (portefeuille) du débiteur du prix vers l'adresse publique du smart contract. Ils seront ensuite automatiquement transférés de l'adresse du smart contract vers le *wallet* du créancier, lorsque le smart contract recevra l'information de ce que les conditions ont été satisfaites. Un rapport britannique sur les smart contracts relaye un exemple intéressant de smart contract utilisé pour des trajets de covoiturage⁸⁴⁰. Une application basée sur la blockchain EOS (« Drife ») met en lien des « *riders* » et des « *drivers* » (passagers et conducteurs) pour des trajets recherchés. Le paiement est envoyé au smart contract par le passager au moment de la validation de la demande de trajet. Une fois le trajet effectué, le smart contract verse automatiquement au conducteur le prix convenu. Il remplace en cela le rôle d'une plateforme intermédiaire (Blablacar, ou pour le logement, Airbnb, etc.) en y ajoutant l'automatisme et l'objectivité d'un programme informatique.

⁸³⁸ Nombreux sont les auteurs relevant ce rôle de séquestre ou « *escrow* » du smart contract : K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 344-345 ; J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 2 ; T. SCHREPPPEL, *Smart contracts and the digital single market through the lens of a "law + technology" approach*, Commission européenne, Direction générale des réseaux de communication, du contenu et des technologies, 2021, n° 3.1.2.

⁸³⁹ Le séquestre du code civil est conçu comme une variété de dépôt, régi aux articles 1955 à 1963 du code civil. Ce mécanisme est réservé aux cas de dépôt litigieux. Il est défini comme une « espèce de dépôt qui consiste à confier à la garde d'un tiers soit une chose litigieuse (ou saisie) – jusqu'au règlement du litige – soit une chose offerte en garantie par le débiteur, soit plus spécialement le prix de cession de certains biens (fonds de commerce, droit au bail), jusqu'à l'expiration d'un délai de réclamation ou d'opposition » (ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Séquestre ») ou encore comme « le dépôt d'une chose litigieuse entre les mains d'un tiers ou même d'une partie, en attendant la fin de la contestation. Le séquestre – l'expression désigne aussi bien la personne que la fonction – facilite l'exécution matérielle du règlement du litige et soustrait avantageusement l'objet des convoitises à l'humeur ou à la fraude des plaideurs » (F. COLLART DUTILLEUL et P. DELEBECQUE, *Contrats civils et commerciaux*, 11^e édition, Dalloz, 2019, n° 821). La pratique a élargi le mécanisme du séquestre conventionnel à des cas où il est nécessaire, pour le bon déroulé d'une opération, qu'un tiers de confiance détienne les fonds, jusqu'à une date déterminée ou jusqu'à ce que des conditions soient satisfaites. Le mécanisme est utilisé en pratique pour les ventes immobilières, où le notaire a une mission de séquestre lorsque le prix lui est versé par l'acquéreur, en attendant de le verser ensuite au vendeur ; ou encore en matière de garantie de passif, le séquestre conservant alors le prix de cession pendant la durée de la garantie et reversant ce prix au terme déterminé, le cas échéant imputé des sommes dues au titre de la garantie (B. LECOURT et T. ALLAIN, « Clauses de garantie dans les cessions de droits sociaux », *in Répertoire des sociétés*, Dalloz, 2022, n° 119).

⁸⁴⁰ LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 6.33-6.34.

Le smart contract revêt ainsi un rôle de séquestre au sens large, détenant les fonds pour le compte de l'émetteur, en attendant de les transmettre à leur destinataire si les conditions en sont remplies. Il faut noter que cette fonctionnalité est très courante dans les smart contracts et assure une confiance renforcée pour les parties à l'opération considérée. Ainsi le créancier du prix a-t-il l'assurance que ce prix lui sera versé s'il s'exécute, puisque les fonds en cryptoactifs sont d'ores et déjà reçus par le smart contract.

302. Droit des sociétés, droit bancaire, droit financier. Les smart contracts peuvent aussi permettre d'automatiser de nombreuses transactions en droit des sociétés, qu'il s'agisse du vote des actionnaires dans les assemblées, des cessions ou nantissements d'actions ou de mettre en œuvre des pactes d'actionnaires, entre autres clauses usuelles en droit des affaires⁸⁴¹. Les smart contracts ont alors pour rôle d'assurer l'efficacité de ces contrats et transactions⁸⁴². Pensons encore au calcul des taux d'intérêts ou à la gestion des produits financiers dérivés⁸⁴³, voire toute une activité de finance décentralisée.

Les smart contracts deviennent alors de plus en plus complexes.

II. Les cas d'usage complexes

303. L'exemple de M. Szabo. Dans ses premiers écrits sur le sujet⁸⁴⁴, M. Szabo envisageait l'utilisation de smart contracts pour contrôler des contrats de location financière de véhicules. L'idée était que le protocole informatique donne le contrôle de la voiture au propriétaire de celle-ci, suivant les clauses du contrat. Si quelqu'un d'autre que le propriétaire tente de la démarrer, la voiture est inutilisable. M. Szabo alors imaginé qu'il soit possible de programmer le smart contract pour empêcher la voiture de démarrer et rendre le contrôle de la voiture au créancier du contrat de location financière de la voiture, dès lors que le débiteur n'est plus en mesure de payer les mensualités dues. Si l'on suit M. Szabo, la programmation est alors

⁸⁴¹ Un projet de recherche soutenu par l'université de Grenoble vise ainsi à identifier et répertorier des clauses pouvant être isolément automatisées sur une blockchain par un smart contract (<https://smart-contracts.univ-grenoble-alpes.fr/presentation-projet>). Une librairie en *open source* a été mise en ligne (<https://opensmartcontract-front.netlify.app>) et propose à ce jour six clauses usuelles en droit des affaires (clause d'exclusion, clause d'un contrat d'option, clause d'un contrat à terme, clause de buy or sell, clause de préemption) avec leur traduction en langage Solidity, le langage des smart contracts déployés sur Ethereum. Le projet est développé à destination des professionnels du droit. V. sur le sujet, A. FAVREAU, « Présentation du projet de recherche sur les smart contracts », *D. IP/IT*, 2019, p. 33.

⁸⁴² G. GOFFAUX-CALLEBAUT, « Blockchain et droit des actionnaires », *op. cit.* ; E. GUEGAN, « Blockchain et assemblées d'actionnaires », *op. cit.*

⁸⁴³ C. BONDARD *et al.*, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *op. cit.* ; CABINET SIMMONS&SIMMONS LLP, « Le droit et la technologie blockchain : une approche sectorielle », *op. cit.*

⁸⁴⁴ N. SZABO, « Formalizing and Securing Relationships on Public Networks », 1997, *op. cit.*

la suivante : « Si [x] mensualités ne sont pas payées, Alors le contrôle de la voiture est transféré au créancier ». Le smart contract peut également prévoir la suppression de cette fonctionnalité une fois que la location financière a été payée dans son intégralité, et prendre également en compte des cas de force majeure. On peut souligner qu'un tel smart contract conduirait à l'application très dure des clauses du contrat, supprimant tout pouvoir discrétionnaire du créancier en la matière⁸⁴⁵.

Si cet exemple n'a pas été mis en œuvre à notre connaissance sur une blockchain, il faut toutefois souligner que de tels mécanismes existent en pratique aux États-Unis afin de faciliter la mise en œuvre des garanties dans le cadre de crédit automobile⁸⁴⁶, témoignant de l'efficacité redoutable de ce mécanisme automatique de justice privée⁸⁴⁷.

304. Les ICO, la DeFi et les NFT : des usages sous-tendus par des smart contracts plus ou moins complexes. Une des premières applications ayant suscité l'attention auprès du grand public sont les levées de fonds en crypto-actifs, les *Initial Coin Offerings* (ICO)⁸⁴⁸. Ces pratiques ont donné lieu à une réglementation spécifique en France, *via* la mise en place d'un

⁸⁴⁵ Sur le risque de disparition du pouvoir discrétionnaire lié au recours aux smart contracts, v. *supra*, §211 et 213.

⁸⁴⁶ Il s'agit des « *starter-interrupter devices* » ou interrupteurs de démarrage. V. sur le sujet, M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 329 s. L'auteur explique le recours grandissant aux *starter interrupter devices*, qui sont selon lui un exemple archétype de smart contract. « *In an attempt to increase recovery rates for their collateral, automobile lenders have turned to using devices called starter interrupters. (...) A starter interrupter is a device that is installed in an automobile that allows for a remote party to prevent the engine from starting. It allows a user who controls the starter interrupter to remotely shut off an automobile. These devices often include global position systems, so that the collateral can be located.* » (p. 330) (nous traduisons : En vue d'augmenter les taux de recouvrement de leurs garanties, les prêteurs automobiles se sont tournés vers l'utilisation de dispositifs appelés interrupteurs de démarrage. (...) Un interrupteur de démarrage est un dispositif installé dans une automobile qui permet à un tiers d'empêcher le démarrage du moteur. Il permet à un utilisateur qui contrôle l'interrupteur de démarrage d'arrêter à distance une automobile. Ces dispositifs incluent souvent également des systèmes de positionnement global, de sorte que la garantie puisse être localisée). Cette pratique, qui manque foncièrement d'humanité à notre sens, semble circonscrite aux emprunteurs ayant des mauvais dossiers de financement... mais concernerait tout de même, selon l'auteur, 2 millions de véhicules aux États-Unis ! L'argument repose sur l'octroi du crédit à un bas taux en contrepartie, car le créancier sait qu'il pourra facilement retrouver le véhicule et le saisir en cas de défaut de paiement.

⁸⁴⁷ Suivant M. Raskin, ces mécanismes sont autorisés aux États-Unis en ce qu'ils permettent aux créanciers munis de sûretés de mettre en œuvre leurs droits : « *Section 9-609 of the Uniform Commercial Code (...) governs self-help of secured creditors. The UCC gives a secured creditor the right to either "take possession of the collateral" or "render equipment unusable" without judicial process so long as the action "proceeds without breach of the peace."* » (*Ibid.*, p. 332) (nous traduisons : L'article 9-609 du Code de commerce uniforme (...) régit la mise en œuvre autonome des sûretés par les créanciers bénéficiaires. L'UCC donne à un créancier garanti le droit de « prendre possession du bien grevé » ou de « rendre l'équipement inutilisable » sans procédure judiciaire tant que l'action « se déroule sans violation de la paix ».) Le droit français n'autorise évidemment pas de rendre inutilisable le bien grevé d'un gage sans dépossession, dont le débiteur se sert quotidiennement... sauf à y voir une mise en œuvre du droit de rétention fictif octroyé au bénéficiaire d'un gage sans dépossession (article 2286, 4°, du code civil) ! On retrouve en effet la même idée d'un pouvoir de blocage afin de faire pression sur le débiteur et de le pousser à payer, avant de se résoudre à saisir le bien grevé.

⁸⁴⁸ Pour une bibliographie indicative : A. BARBET-MASSIN, F. FLEURET et A. LOURIMI, *Droit des crypto-actifs et de la blockchain*, LexisNexis, 2020 ; V. MAGNIER et P. BARBAN, *Blockchain et droit des sociétés*, Dalloz, 2019 ; X. VAMPARYS, *La blockchain au service de la finance*, *op. cit.*, p. 107 s. ; C. LE MOIGN, *ICO françaises*, *op. cit.* ; J. ROHR et A. WRIGHT, « Blockchain-Based Token Sales, Initial Coin Offerings, and the Democratization of Public Capital Markets », *op. cit.*, p. 474-475.

visa optionnel⁸⁴⁹, dans le but d'écartier les projets peu fiables et ainsi de protéger les investisseurs. Les dispositions prévues par la loi Pacte visent de manière générale à encadrer les nouveaux prestataires de services d'actifs numériques⁸⁵⁰. Cette nouvelle façon de lever des capitaux pour les entreprises, modelée sur la blockchain et exécutée grâce à des smart contracts, consiste à émettre des crypto-actifs appelés « jetons » ou « *tokens* », qui sont acquis par des investisseurs à l'aide de cryptomonnaies déjà en circulation.

Le secteur s'est ensuite largement développé, donnant naissance à tout un système de finance décentralisée, la *DeFi (Decentralized Finance)*⁸⁵¹. Il est aujourd'hui possible de prêter des cryptomonnaies et de constituer des sûretés, de créer et faire circuler des produits dérivés, voire de faire de prêts en euros garantis par des crypto-actifs⁸⁵², etc. Les *NFT*, ou jetons non fongibles⁸⁵³, ont également beaucoup attiré l'attention en raison des sommes colossales qui y ont été investies, qu'il s'agisse de tokens représentant des œuvres d'art numériques ou encore des articles de mode pour le métavers...⁸⁵⁴ Tous ces usages fonctionnent exclusivement grâce à des smart contracts.

305. Les organisations décentralisées autonomes. Un cas également intéressant est la mise en place sur une blockchain d'une organisation décentralisée autonome, ou DAO (*Decentralized Autonomous Organisation*)⁸⁵⁵, grâce à l'agrégation complexe de plusieurs smart contracts. Cette entité peut être définie comme « un programme informatique qui scelle dans une blockchain l'ensemble des règles qui régissent une organisation »⁸⁵⁶. Ces DAO sont une combinaison de nombreux smart contracts interagissant entre eux, afin de réaliser des actions

⁸⁴⁹ V. *supra*, §7.

⁸⁵⁰ La loi PACTE, promulguée le 22 mai 2019 et suivie d'un décret d'application pris le 21 novembre 2019, a concrétisé ce souhait de réglementation des « actifs numériques » – expression préférée à celle de cryptoactifs ou tokens – et des ICO. Les articles 85 et suivants de la loi viennent encadrer de façon assez complète ce nouveau secteur de l'économie numérique, introduisant notamment le visa optionnel délivré par l'AMF pour les opérations d'émission de tokens (ICO), un agrément pour les prestataires de services sur actifs numériques (PSAN), le renforcement du droit au compte. V. sur le sujet, T. GRANIER et T. VERBIEST, « Marchés financiers et technologie blockchain », *Banque & Droit*, n° 187, octobre 2019 ; A. BARBET-MASSIN, F. FLEURET et A. LOURIMI, *Droit des crypto-actifs et de la blockchain*, *op. cit.*

⁸⁵¹ La finance décentralisée devient un secteur en fort développement sur des blockchains sécurisées et nécessite le recours constant à des smart contracts. V. sur le sujet : B. CURRAN, « What is DeFi? Understanding The Decentralized Finance Landscape », sur *Blockonomi*, 24 octobre 2019 (en ligne : <https://blockonomi.com/what-is-decentralized-finance-defi/>) ; F. SCHÄR, « Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-based Financial Markets », 8 mars 2020 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3571335>).

⁸⁵² C'est la solution en cours de développement par la start-up Kolat (v. <https://www.agefi.fr/tech-finance/actualites/quotidien/20220720/victor-charpiat-kolat-il-faut-simplifier-lien-347387>).

⁸⁵³ Sur les NFT, v. *supra*, §7

⁸⁵⁴ V. *supra*, §16 et <https://fashionunited.fr/actualite/mode/metavers-nft-l-industrie-du-luxe-investit-dans-la-mode-virtuelle/2022030729136>.

⁸⁵⁵ Pour une bibliographie rapide : X. VAMPARYS, *La blockchain au service de la finance*, *op. cit.*, p. 82 s. ; D. LEGEAIS, *Blockchain et actifs numériques*, LexisNexis, 2019, n°s 174-176 ; P. DE FILIPPI et A. WRIGHT, *Blockchain and the law*, *op. cit.*

⁸⁵⁶ *Comprendre la blockchain*, *op. cit.*, p. 17. V. aussi, pour un bref aperçu sur le sujet, D. LEGEAIS, *Blockchain et actifs numériques*, *op. cit.*, n°s 174-176.

diverses et complexes. Celles-ci sont possibles grâce à des règles prévues par le protocole informatique mis en place à travers les smart contracts utilisés⁸⁵⁷, souvent programmés par un ensemble d'utilisateurs pseudonymes. Il n'y a dès lors pas besoin de personnalité morale ni de forme sociale pour faire fonctionner ces organisations décentralisées fondées sur la blockchain. Pour certains, la blockchain pourrait donc, grâce aux smart contracts, « au-delà du cas de la monnaie, de configurer des formes spécifiques d'organisation sociale et politique »⁸⁵⁸. Aux Etats-Unis, certaines de ces DAO sont tout de même adossées à des sociétés afin de bénéficier de la personnalité juridique⁸⁵⁹.

Cette innovation permet de distribuer la prise de décision entre tous les participants de la DAO en votant *via* le protocole informatique, de réduire les coûts de fonctionnement tout en assurant une preuve indélébile, transparente et inaltérable des décisions et des actions de la DAO⁸⁶⁰. Enfin, les risques d'erreurs humaines sont en principe supprimés et le respect des règles assuré par l'algorithme : quorum lors des votes, procuration, distribution de « jetons » (*tokens*) aux participants à la manière de dividendes, etc. Il faut toutefois souligner que l'absence de personnalité morale et l'indépendance de ces DAO peuvent avoir un côté négatif : une DAO « ne peut pas être arrêtée ou fermée » et « aucune personne ou organisation ne peut contrôler l'entité »⁸⁶¹. Une attention particulière doit alors être apportée quant aux erreurs ou aux failles dans le code informatique qui définit les règles et procédures de la DAO dont les conséquences dommageables pourraient être difficile à réparer par le droit⁸⁶².

306. Conclusion de la section. Les exemples très disparates exposés donnent un aperçu de l'immense diversité des cas d'usage de smart contracts, des plus simples aux plus complexes, utilisés seuls ou en combinaison d'autres smart contracts. Il apparaît que, souvent, les smart contracts sont liés à des utilisations contractuelles, qu'il s'agisse de mettre en œuvre des clauses de contrat, de procéder à des transactions dans leur intégralité, ou nombre d'autres possibilités. Il est désormais temps de procéder à une classification afin d'ordonner cette myriade de smart contracts susceptibles de revêtir un rôle contractuel et qui forment l'objet de l'étude.

⁸⁵⁷ V. A. WRIGHT et P. DE FILIPPI, « Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia », *op. cit.*, p. 15 s.

⁸⁵⁸ *Blockchain, au défi de la confiance*, *op. cit.*, p. 15.

⁸⁵⁹ C'est notamment le cas de « TheLAO », organisée sur le modèle de The DAO, permettant de lever des fonds. Cette entité est organisée comme une entité juridique, prenant la forme juridique d'une société à responsabilité limitée enregistrée dans l'État du Delaware et principalement administrée *via* une application en ligne (une « DApp ») et des smart contracts (<https://docs.thelao.io>).

⁸⁶⁰ *Ibid.*, p. 16.

⁸⁶¹ D. LEGAIS, *Blockchain et actifs numériques*, *op. cit.*, n° 174.

⁸⁶² Il ne faut pas exclure alors que la personnalité morale d'une DAO soit reconnue par un tribunal afin d'engager sa responsabilité en cas de préjudice, ou pour lui faire supporter divers effets juridiques.

Section 2 – La classification des smart contracts

307. Distinguer les smart contracts selon leur rôle contractuel. La diversité des smart contracts appelle une nécessaire classification, pour pouvoir mener une analyse juridique adaptée à chaque type de smart contract. En effet, au-delà de l'unité terminologique des smart contracts, il apparaît qu'une typologie pourrait se dessiner selon les utilisations contractuelles des smart contracts. Pour réussir à classer les smart contracts, il faut avant tout déterminer le critère permettant de distinguer les smart contracts entre eux (I). La mise en œuvre de ce critère de classification permettra de proposer une typologie nouvelle afin de distinguer plus clairement chaque catégorie de smart contracts, grâce à une terminologie adaptée (II).

I. Le critère de classification

308. Recherche d'un critère de distinction. De l'ensemble de ces exemples pratiques présentés, il ressort une diversité potentielle très importante de smart contracts : utilisation en matière d'assurance, en matière financière, ou encore pour un dépôt de fonds ; transaction portant sur un actif numérique ; location d'un bien physique contrôlé numériquement ; paris ou loteries en ligne, etc. Dès lors, quelle typologie retenir devant l'immensité des cas d'usage envisageables ? Différents critères peuvent être mis en avant. Après avoir rejeté les critères moins pertinents (A), il sera possible de dégager le critère clé, reposant sur l'existence d'un contrat préalable entre les parties (B).

A. Les critères rejetés

309. Le critère de l'exécution irrésistible. Un auteur isolé a avancé une distinction des smart contracts, fondée sur la possibilité de rompre l'exécution automatique du smart contract et le coût engendré le cas échéant. Ce critère met en jeu l'irrésistibilité de l'exécution. Il y aurait ainsi des smart contracts forts, pour lesquels les coûts de résiliation et de modification sont prohibitifs, et des smart contracts faibles, pour lesquels ce n'est pas le cas. Un jugement pourrait alors modifier un smart contract faible sans trop difficulté même après son exécution⁸⁶³.

⁸⁶³ M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 310 : “*Strong smart contracts have prohibitive costs of revocation and modification, while weak smart contracts do not. This means that if a court is able to alter a contract after it has been executed with relative ease, then it will be defined as a weak smart contract. If there is some large cost to altering the contract in a way that it would not make sense for a court to do so, then the contract will be defined as strong*” (nous traduisons : Les smart contracts forts ont des coûts de révocation et de modification prohibitifs,

Toutefois, cette distinction nous semble peu maniable techniquement, et surtout dénuée d'intérêt juridique. Elle doit donc être rejetée.

310. Le critère de l'autonomie dans l'exécution. Une autre classification possible pourrait être fondée sur l'appréciation des conditions prédéterminées du smart contract, entre l'appréciation subjective et l'appréciation objective de l'évènement érigé en condition. L'appréciation subjective nécessite le recours à un oracle humain, tandis que l'appréciation objective peut reposer sur la transmission de données par un flux de données ou un logiciel.

Une démarche voisine se fonde sur la distinction entre les données *on-chain* et les données *off-chain*⁸⁶⁴ nécessaires à la satisfaction des conditions prédéfinies, c'est-à-dire selon que le smart contract recourt à des informations présentes sur la blockchain ou en dehors de la blockchain. Un auteur évoque ainsi les smart contracts « endogènes » et « exogènes »⁸⁶⁵. Si le smart contract « puise l'information du registre de la blockchain », c'est-à-dire qu'il est endogène, il est nécessairement plus autonome⁸⁶⁶ qu'un smart contract exogène qui doit recevoir des informations extérieures à la blockchain pour s'exécuter. Ces deux démarches similaires n'entraînent toutefois guère de conséquences juridiques et surtout ne permettent pas de distinguer le rôle des smart contracts au service des contrats. Il s'agit davantage d'un critère qui classe les smart contracts selon leur degré d'autonomie dans l'exécution.

Dans la même perspective d'autonomie plus ou moins accrue des smart contracts, un autre critère pourrait reposer sur le recours ou non à des objets connectés ou machines. En effet, les smart contracts sont un outil particulièrement adapté pour être le support d'objets connectés et pourraient bien permettre des transactions de machine à machine⁸⁶⁷. Il pourrait alors être intéressant de distinguer entre les smart contracts n'utilisant aucun objet connecté, ceux utilisant des objets connectés comme oracles, et les smart contracts permettant aux objets connectés de contracter entre eux. Mais une fois de plus, ce critère ne concerne pas vraiment l'utilisation des smart contracts au service des contrats et ne permet pas de classification

alors que les smart contracts faibles n'en ont pas. Cela signifie que si un tribunal est en mesure de modifier un smart contract après son exécution avec une relative facilité, il sera alors défini comme un smart contract faible. Si la modification d'un smart contract d'une manière qui n'aurait pas de sens pour un tribunal entraîne des coûts importants, le smart contract sera défini comme un smart contract fort).

⁸⁶⁴ V. *supra*, §100.

⁸⁶⁵ G. CATTALANO, « Smart contracts et droit des contrats », *AJ Contrat*, 2019, p. 321-323. L'auteur explique : « En effet, l'information de la survenance de la condition nécessaire à l'exécution du smart contract peut être puisée dans la blockchain elle-même, ou nécessiter l'appel à un tiers (désigné par le terme « oracle » sur la blockchain Ethereum) qui sert d'intermédiaire entre le monde physique et la blockchain. »

⁸⁶⁶ Cette analyse rejoint l'avis très critique de E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », *op. cit.*, qui estime que seuls les smart contracts se référant à des données *on-chain* présentent un intérêt. *A contrario*, le recours à des données *off-chain*, et donc à des oracles, priveraient les smart contracts d'utilité selon cet auteur. Sur le sujet, v. *supra*, §223.

⁸⁶⁷ V. *supra*, §168 et *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 36.

conceptuelle, se concentrant davantage sur une modalité pratique – l’adjonction ou non d’une autre technologie.

311. Insuffisance des critères. Ces différents critères nous paraissent trop superficiels, ou trop techniques, et peu voués à une mise en œuvre juridique pour opérer une dichotomie réellement intéressante et opérante pour appliquer des règles distinctes à chacune des catégories qui en découleraient. L’objet de l’étude commande de surcroît de rechercher un critère permettant de distinguer les smart contracts selon leur utilisation au service des contrats.

À l’analyse, la distinction la plus utile repose sur un critère véritablement juridique : l’existence d’un contrat préalable entre les parties au smart contract.

B. Le critère proposé : l’existence d’un contrat préalable entre les parties au smart contract

312. Un smart contract est-il nécessairement lié à un contrat ? Dans une perspective d’utilisation contractuelle des smart contracts, les smart contracts sont le plus souvent présentés comme des modalités d’exécution automatique d’un contrat préalablement conclu entre les parties à la transaction. Il est donc intéressant de vérifier dans quels cas un smart contract induit l’existence d’un contrat préexistant (1). Il suffit de se rappeler la définition des smart contracts pour se convaincre que ces cas ne sont pas systématiques : il s’agit avant tout de programmes informatiques auto-exécutants et autonomes. Rien n’indique qu’un contrat est nécessaire en plus du smart contract pour assurer son fonctionnement et c’est pourquoi l’étude du smart contract nu, indépendant de toute relation juridique, s’impose (2).

1) Le smart contract, modalité d’exécution d’un contrat

313. L’existence d’un contrat préalable. Les cas d’usage présentés montrent qu’il est tout à fait possible d’envisager le smart contract comme une modalité d’exécution d’un contrat existant⁸⁶⁸, tel qu’il l’est souvent présenté⁸⁶⁹. Cette présentation reprend d’ailleurs celle de M. Szabo, qui décrit initialement le smart contract comme un protocole de transaction

⁸⁶⁸ *Les enjeux des blockchains, op. cit.*, p. 96.

⁸⁶⁹ V. par ex., M. MEKKI, « Le contrat, objet des smart contracts », *op. cit.* ; J. GIUSTI, « Les « smart contracts » sont-ils des contrats ? », *op. cit.* ; C. BONDARD *et al.*, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *op. cit.*

informatisé qui exécute les termes d'un contrat⁸⁷⁰. De façon imagée, certains parlent alors d'un « clone numérique » du contrat juridique déjà en vigueur⁸⁷¹. L'idée est très simple et renvoie à ce que M. Szabo, leur concepteur, avait imaginé⁸⁷² : les parties prévoient dans leur contrat que certaines clauses seront exécutées à l'aide d'un smart contract, qui sera ensuite déployé sur une blockchain désignée.

Le recours à un smart contract vise ainsi à mettre en œuvre informatiquement les clauses d'un contrat. Le smart contract est ici une pure modalité d'exécution des obligations contractuelles et autres effets du contrat, tandis que toutes les modalités de la relation contractuelle sont décrites par le contrat préexistant. Le smart contract vient seulement rendre plus efficace l'exécution des obligations contractuelles prédéfinies. Il est possible d'imaginer dans un futur proche l'emploi de smart contracts comme application de contrats cadre ou de conditions générales d'utilisation ou de vente sur internet⁸⁷³ : l'utilisateur aurait simplement à accepter en signant avec sa clé cryptographique privée le smart contract ainsi généré.

314. Pertinence du recours à un smart contract comme modalité d'exécution d'un contrat. Ce sont ainsi de nombreux services qui pourraient utiliser des smart contracts pour faciliter la gestion des abonnements ou commandes de leurs clients, grâce à l'automatisation procurée par ces instruments techno-contractuels. Et au-delà de ce « prêt-à-contracter »⁸⁷⁴, c'est aussi le « sur-mesure contractuel » qui pourrait avoir recours aux smart contracts afin d'automatiser certaines obligations contractuelles, soit répétitives, soit complexes mathématiquement, le plus souvent dans des contrats d'affaires (calcul d'un taux d'intérêt évolutif, calcul de prix selon des indices, etc.). Les exemples présentés lors de l'observation des smart contracts relèvent souvent de cette catégorie, comme c'est le cas pour le versement d'une indemnité d'assurance, la libération du prix retenu par le smart contract comme séquestre, la mise en place d'un pacte d'actionnaires.

On le perçoit, c'est la nécessité d'une sécurité juridique accrue et/ou d'une connaissance de son cocontractant qui commandent la conclusion préalable d'un contrat entre les parties⁸⁷⁵, avant de commencer à songer à l'exécution par un biais informatique et

⁸⁷⁰ N. SZABO, « Smart Contracts », 1994, *op. cit.* Extrait original : « *a smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract* ».

⁸⁷¹ B. JEAN et P. DE FILIPPI, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *op. cit.*

⁸⁷² N. SZABO, « Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets », 1996, *op. cit.*: « *The basic idea of smart contracts is that many kinds of contractual clauses [...] can be embedded in the hardware and software we deal with* » (nous traduisons : l'idée sur laquelle reposent les smart contracts est que de nombreux types de clauses contractuelles [...] peuvent être intégrées dans le matériel informatique et les logiciels avec lesquels nous travaillons).

⁸⁷³ V. *Rapport d'information sur les chaînes de blocs (blockchains)*, *op. cit.*, p. 35.

⁸⁷⁴ V. *supra*, §131.

⁸⁷⁵ V. dans la même perspective, M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *op. cit.*, n° 21 qui évoquent la précaution d'un contrat préalable et la pratique future du « code and contract » : cette solution intermédiaire est aujourd'hui satisfaisante.

automatisé. L'avantage est également de contourner les obstacles liés au pseudonymat, puisque l'identité des parties est alors révélée dans le contrat préalable⁸⁷⁶.

Toutefois, nombre de smart contracts sont conclus sans qu'existe un contrat préalable.

2) *Le smart contract en dehors de tout contrat préalable*

315. L'absence de contrat préexistant au déclenchement de l'exécution. Dans certains cas toutefois, le smart contract est directement codé et déployé sur la blockchain, indépendamment d'un accord qui aurait été scellé en amont entre des parties. C'est le cas des loteries ou autres jeux en ligne, des paris sportifs, etc. Des transactions en cryptomonnaie peuvent aussi être initiées sans qu'il n'existe de contrat préalable. Il s'agit alors de programmes informatiques plutôt simples, déployés directement sur la blockchain. Mais il peut en être de même pour des NFT vendus par smart contract, ou des opérations de *DeFi*, ne relevant pas d'un contrat préalable entre les parties à l'opération régie par le smart contract.

En pratique, l'initiateur du smart contract, qu'il l'ait rédigé lui-même ou qu'il ait repris le code d'un smart contract existant, propose la transaction à personne indéterminée⁸⁷⁷ ; la proposition de la transaction peut aussi se faire à personne déterminée, en visant l'adresse publique de l'utilisateur concerné⁸⁷⁸. Ensuite, l'utilisateur qui souhaite entrer dans la transaction proposée n'aura plus qu'à signer cryptographiquement cette transaction avec sa clé privée pour que le smart contract s'enclenche⁸⁷⁹, le plus souvent en envoyant depuis son *wallet* (portefeuille) le montant en cryptomonnaie nécessaire pour déclencher l'action prévue par le smart contract. Par exemple, un artiste propose *via* un smart contract de vendre une œuvre numérique sous forme de NFT. Un acquéreur aura simplement à envoyer au smart contract le prix demandé, pour que le NFT lui soit automatiquement transféré.

Les deux parties à la transaction, identifiées uniquement par leur adresse publique, ne se connaissent pas et aucune relation contractuelle n'existait entre elles avant le déploiement du smart contract. Aucun accord de volontés n'a été constaté en amont de la signature cryptographique du smart contract. Or, le smart contract est déclenché automatiquement par la signature cryptographique de l'acceptant. C'est-à-dire que le mode d'exécution est enclenché

⁸⁷⁶ Sur le sujet, v. *supra*, §177 s.

⁸⁷⁷ Sur la description de la façon dont un smart contract est proposé sur Ethereum, v. M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *op. cit.*, p. 760.

⁸⁷⁸ Cela ne suppose pas pour autant la levée du pseudonymat. L'adresse publique peut être communiquée sur un réseau social, un forum... Mais les parties ne se connaissent pas en amont et ne révèlent pas leur identité du monde physique.

⁸⁷⁹ Ce fonctionnement semble faire transparaître tous les éléments de la formation d'un contrat, avec une offre et une acceptation menant à un accord de volontés. Sur l'analyse possible du smart contract comme contrat à part entière, v. *infra*, §340 et suivants.

au même moment que l'accord se forme cryptographiquement et les deux éléments forment un tout indissociable. Aucune clause juridique n'encadre les actions du smart contract.

316. Une version automatisée des contrats du quotidien ? Cette situation n'est pas sans évoquer les transactions quotidiennes les plus simples comme l'achat du pain dans une boulangerie, d'un magazine dans un kiosque à journaux, ou des courses au supermarché, pour des exemples de vente ; une coupe de cheveux ou l'utilisation d'un point d'accès à internet pendant une certaine durée, pour des exemples de prestations de service. Dans tous ces cas, il n'existe pas de relation contractuelle préalable entre les parties dont l'identité n'est pas révélée, ni de négociations. Le contrat s'est formé et s'est exécuté en un trait de temps⁸⁸⁰.

La différence entre ces situations instantanées du quotidien et les smart contracts réside dans le fait que ces derniers sont déployés à un moment donné avec une certitude d'exécution conforme et qu'ils peuvent s'exécuter soit instantanément, soit ultérieurement, malgré le pseudonymat des parties. L'exécution est en germe sans pour autant avoir été précédée de la formation d'un contrat classique et sans autre garantie d'exécution que la technologie elle-même. Les smart contracts peuvent alors recouvrir des cas d'usage plus larges que ces seuls contrats instantanés du quotidien.

317. Comment observer ces smart contracts ? La réalité des smart contracts « nus », indépendants de tout contrat préalable entre les parties, est difficile à saisir puisqu'il s'agit d'une réalité pratique et informatique, peu accessible pour un observateur non initié. Il est nécessaire pour procéder à une telle transaction d'être titulaire d'une clé privée et d'une clé publique permettant de transférer des actifs numériques et de comprendre ce pour quoi le smart contract est programmé. La partie proposant la transaction peut déployer un smart contract complexe, entraînant diverses actions corrélées, par exemple dans un système de plusieurs paris sportifs liés. La complexité du code informatique ici n'est pas véritablement un problème puisque seuls les connaisseurs s'aventureront sur le chemin d'un smart contract nu, souvent proposé sur un forum de discussion d'initiés⁸⁸¹.

⁸⁸⁰ On mesure la différence avec les contrats conclus en ligne portant sur des biens ou services numériques : quand bien même l'utilisateur obtient presque immédiatement le bien ou le service demandé (location d'un film en VOD, achat d'une musique sur *iTunes*, etc.), l'utilisateur est tout de même clairement identifié, de même que le commerçant ou prestataire cocontractant, et l'opération est encadrée par d'importantes conditions générales, certes non lues (sur le sujet, v. *infra*, §353). Le point commun de ces contrats instantanés du quotidien matériel et des contrats en ligne réside dans une expression du consentement matérialisée par un commencement d'exécution, si ce n'est pas une exécution totale quasi immédiate (v. sur le sujet, C. MANGIN, *L'expression numérique du consentement contractuel*, th. Toulouse, 2020, p. 252 s.).

⁸⁸¹ S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 43 s., par exemple sur le forum Reddit.

Il existe aussi tous les smart contracts véritablement techniques, qui ont pour fonction de transférer et gérer des crypto-actifs ou des produits financiers dérivés plus ou moins complexes. Ainsi dans les *Initial Coin Offerings*, toutes les actions qui se déroulent sont permises par des smart contracts : émission des jetons, transfert des jetons aux investisseurs en échange de cryptomonnaies ; utilisation du service numérique lié au jeton, etc. Il en est de même pour la finance décentralisée, où tous les instruments et services proposés fonctionnent grâce des smart contracts⁸⁸², ou encore pour les NFT.

318. Si le critère de classification permet utilement de distinguer les smart contracts, selon qu'il existe ou non une relation contractuelle préalable à tout smart contract, il faut toutefois affiner la classification en précisant les hypothèses susceptibles d'être rencontrées. Une typologie doit être dressée afin de proposer une terminologie adaptée aux utilisations possibles des smart contracts au service des contrats.

II. La proposition de typologie

319. Retour sur la typologie « *smart contract code* » et « *smart legal contract* ». Un auteur a proposé une typologie⁸⁸³, très souvent reprise⁸⁸⁴, distinguant deux sens du terme « smart contracts », et qui semble à première vue rejoindre notre critère de classification reposant sur l'existence d'une relation contractuelle préalable ou non : le « *smart contract code* » et le « *smart legal contract* ».

Selon M. Stark, le « *smart contract code* » est le programme informatique conçu pour effectuer une transaction sur la blockchain, qui peut être plus ou moins complexe selon le langage de programmation et la blockchain utilisée. Cette terminologie désigne expressément le code informatique qui est stocké, vérifié et enregistré sur une blockchain. Le *smart contract code* est ainsi utilisé pour des transactions financières (*si telle condition est remplie, alors tel actif numérique sera envoyé à telle adresse* : envoi de 1 bitcoin le 5 janvier de l'adresse publique de Jean à l'adresse publique de Jacques). Imaginons aussi des smart contracts, purs programmes informatiques, qui ont des fonctions de gouvernance permettant de contrôler des comptes. Par exemple, si tel vote est effectué, alors tels droits de tel compte seront supprimés et telles

⁸⁸² F. SCHÄR, « Decentralized Finance », *op. cit.*

⁸⁸³ J. STARK, « Making Sense of Blockchain Smart Contracts », *op. cit.*

⁸⁸⁴ Notamment dans l'article C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.*, lui-même très souvent cité. V. aussi le rapport éponyme, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.* utilisant exclusivement l'expression de *smart legal contracts*.

adresses en seront informées. Ainsi, la plupart des applications fondées sur la blockchain utilisent du *smart contract code* pour exécuter leurs opérations sur leur blockchain.

Le « *smart legal contract* » vise une application spécifique de *smart contract code*. Il s'agit là de l'utiliser comme complément ou substitut pour des contrats légalement formés⁸⁸⁵. Le *smart legal contract* est défini comme l'utilisation du code informatique pour articuler, vérifier et exécuter un contrat entre des parties. Cette terminologie suppose une traduction du langage juridique vers le langage informatique de clauses sélectionnées d'un contrat préexistant.

320. Les insuffisances de la typologie. Si la terminologie présentée a le mérite de proposer une distinction fondée sur l'usage des smart contracts, elle semble davantage descriptive qu'opérationnelle, faute de précision quant aux *smart legal contracts*. De plus, cette typologie induit une confusion du point de vue juridique, en laissant entendre l'idée qu'il est acquis que certains smart contracts peuvent être des contrats dès lors qu'ils sont nommés *smart legal contracts*. La distinction opérée nous semble manquer de précision et être peu maniable, en ne reflétant pas clairement les utilisations des smart contracts au service des contrats. Il n'est en effet pas évident de déterminer, suivant cette terminologie, si les *smart legal contracts* sont des modalités d'exécution d'un contrat préexistant ou s'ils peuvent être considérés comme des contrats à part entière. Les *smart legal contracts* paraissent recouvrir tous les cas d'usage de smart contracts au service de contrats, sans distinction. Il est donc utile de proposer une nouvelle typologie, permettant d'affiner le cadre juridique et contractuel d'utilisation de ces smart contracts.

321. Proposition d'une nouvelle typologie. L'observation de la réalité pratique des smart contracts et des innovations techno-contractuelles récentes permet en effet de dessiner non pas deux, mais trois catégories de smart contracts. En premier lieu, il existe les smart contracts qui sont de purs programmes informatiques sans aucun contrat préalable entre les parties, que nous nommons « purs smart contracts » (A). En deuxième lieu, l'étude a montré que souvent, les smart contracts étaient précédés d'un contrat contenant l'accord des parties : il s'agit alors de « smart contracts d'application » d'un contrat (B). En dernier lieu, une catégorie émerge entre les deux premières, où les parties conviennent d'une transaction, qui est exprimée

⁸⁸⁵ J. STARK, « Making Sense of Blockchain Smart Contracts », *op. cit.* : ““Smart contract” here refers to a specific use case of smart-contract code – a way of using blockchain technology to complement, or replace, existing legal contracts.” (nous traduisons : Le terme « smart contract » fait ici référence à un cas d'utilisation spécifique de smart contract code – une manière d'utiliser la technologie de la blockchain pour compléter, ou remplacer, les contrats juridiques existants).

à la fois en langage juridique et en langage informatique, éventuellement dans le même instrument : on se trouve alors en présence de « contrats hybrides » (C).

A. *Le pur smart contract*

322. Le critère de qualification : l'absence de contrat préexistant ou concomitant.

La première catégorie est celle des smart contracts codés et déployés en toute autonomie, exécutés grâce à l'acceptation de la transaction par la signature cryptographique d'un utilisateur. Il s'agit alors de ce que nous proposons de nommer un pur smart contract : un simple programme informatique auto-exécutant, sans accord juridique préalablement convenu. Ce terme aura désormais vocation à désigner tout smart contract déployé sur la blockchain en l'absence de contrat préexistant entre les parties, qui le plus souvent ne se connaissent pas. Ce peut être le cas des transferts de cryptoactifs, des paris et loteries en ligne, des smart contracts faisant fonctionner des tokens, des applications décentralisées (DApps⁸⁸⁶), des organisations autonomes décentralisées (DAO), ou encore des produits dérivés et autres instruments de la finance décentralisée (DeFi)⁸⁸⁷. L'expression vise à la fois un aspect technique du smart contract et sa spontanéité de mise en œuvre.

Aucun document juridique n'a précédé la programmation du smart contract ainsi proposé, ou été élaboré concomitamment à cette programmation. Les parties n'ont pas eu, du moins sciemment, l'intention de créer une relation contractuelle entre elles et aucun contrat n'encadre ni le contexte ni les conséquences du smart contract. Si cette catégorie peut faire écho à la terminologie de « *smart contract code* » employée par Starck, elle s'en distingue puisqu'elle vise des cas plus réduits. Alors que le « *smart contract code* » peut être programmé en application d'un contrat existant et ainsi devenir un *smart legal contract*, ce n'est pas le cas de la catégorie ici décrite. Les purs smart contracts sont détachés de tout cadre juridiquement anticipé⁸⁸⁸ et cette situation se retrouve en pratique très fréquemment.

⁸⁸⁶ Une DApp est une application fonctionnant sur une blockchain, open-source, fonctionnant de façon autonome et à l'aide de jetons (*tokens*) (H. DE VAUPLANE, « Comment la token economy transforme la finance », *op. cit.*). Un site internet recense tous les projets déployés (<https://www.stateofthedapps.com/fr>), à l'image de l'Appstore (pour les applications fonctionnant sur les appareils d'Apple) ou du Google Play Store (pour les applications sous le logiciel Android). Des auteurs ont relevé qu'en un an d'existence de la blockchain Ethereum, déjà trois cent DApps avaient été lancées (K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 334) ; en juillet 2022, le site compte plus de 4000 applications sur près de vingt plateformes.

⁸⁸⁷ V. *supra*, §297 s. sur les cas d'usage simples et §304-305 pour les cas plus complexes.

⁸⁸⁸ Ce qui n'empêche pas d'y voir un certain nombre des éléments constitutifs d'un contrat... Sur l'analyse du pur smart contract comme contrat dans certains cas, v. *infra*, §358 et suivants.

323. Appréciation. En pratique, les smart contracts peuvent exister indépendamment de tout contrat préalable ou accord préalable entre des parties et permettre de procéder à des transactions sur la blockchain. Toutefois, il est peu probable, à ce jour, que les purs smart contracts aient un poids commercial – et donc pratique – important, faute de bénéficier d’un véritable entourage contractuel. Ces purs smart contracts nous semblent devoir être cantonnés à un rôle purement technique ou à des transactions entre experts, pour plusieurs raisons.

D’une part, puisque ces purs smart contracts sont programmés et acceptés en dehors de tout cadre contractuel classique, cela implique que les parties au smart contract disposent de compétences informatiques poussées et en particulier une connaissance aigüe de l’écosystème blockchain, notamment eu égard aux particularités du code informatique⁸⁸⁹.

D’autre part, ces purs smart contracts supposent aussi que les parties acceptent *ab initio* de ne pas connaître l’identité de leur cocontractant, qui reste pseudonyme. Mieux, cette caractéristique pourrait être un critère favorisant le choix des purs smart contracts pour rester pseudonymes dans la transaction à effectuer, soit parce qu’elle est anodine, soit parce qu’il y a un intérêt à ne pas révéler son identité ou à l’inverse qu’il n’y a pas d’intérêt à la révéler⁸⁹⁰.

324. Le recours limité aux purs smart contracts ? Leur recours sera donc sans doute limité dans un premier temps aux seuls connaisseurs suffisamment expérimentés⁸⁹¹, surtout désireux de préserver le pseudonymat des parties au smart contract. Ce choix d’un recours à un pur smart contract non encadré de clauses juridiques classiques suit la logique libertarienne précédemment décrite et l’idée que le code informatique fait loi⁸⁹². Selon cette logique où la confiance dans la technologie est très forte et le choix a été fait de s’en remettre entièrement à l’exécution par un smart contract et de refuser le cadre juridique traditionnel⁸⁹³, on peut anticiper que ces purs smart contracts donneront naissance à très peu de contentieux, à l’image des transactions EDI⁸⁹⁴.

Cette situation fait également un fort écho aux nouveaux contrats d’affaires décrits par M. Libchaber, qui sont soumis à leurs propres règles, sous la forme d’une multitude de clauses contractuelles régissant l’ensemble des situations envisageables pouvant survenir durant la vie

⁸⁸⁹ Sur les obstacles liés à l’inflexibilité et à l’inintelligibilité du code informatique, v. *supra*, §233 et suivants.

⁸⁹⁰ Sur les enjeux du pseudonymat, v. *supra*, §182 et suivants.

⁸⁹¹ La question se pose de savoir si dans un second temps, des outils informatiques rendront plus accessibles la conclusion de smart contracts en dehors de tout document contractuel. Cela nous semble peu probable : si ces outils sont développés, ce sera sans doute par des plateformes proposant des services... ce qui induit nécessairement une acceptation de conditions générales d’utilisation et donc un cadre contractuel, excluant les purs smart contracts.

⁸⁹² Sur la logique libertarienne, v. *supra*, §18 et §53 ; sur le slogan « Code is law », v. *supra*, §19.

⁸⁹³ Même si, bien entendu, nul se saurait se soustraire au droit (v. *supra*, §22). L’idée est que ces utilisateurs ne veulent pas recourir au droit et préfèrent respecter les règles inscrites dans le code informatique, c’est-à-dire accepter l’issue du smart contract tel qu’il a été programmé.

⁸⁹⁴ V. *supra*, §118, même si l’absence de contentieux repose là sur d’autres raisons liées à l’efficacité de l’EDI et à la confiance établies entre les parties.

du contrat, et se soustrayant ainsi au droit étatique comme au juge étatique, par l'introduction d'une clause compromissoire imposant le recours à un arbitre⁸⁹⁵. D'une certaine façon, ces nouveaux contrats d'affaires créent une sorte d'ordre juridique autonome selon l'auteur⁸⁹⁶. Ce phénomène, certes stupéfiant, mais bien réel, trouve un écho tout particulier avec les purs smart contracts. Ceux-ci pourraient apparaître comme une version informatique de ces microcosmes contractuels auto-réglementés⁸⁹⁷, dont l'ensemble des règles de fonctionnement sont intégralement fixées dans le code informatique, lequel est figé lors du déploiement du smart contract⁸⁹⁸.

325. La persistance du risque contentieux et la nécessité d'une analyse juridique.

Toutefois, l'hypothèse ne peut être tout à fait écartée d'une partie à un pur smart contract mal exécuté tenterait de faire reconnaître juridiquement l'existence d'un contrat – il faudrait alors constater l'existence d'un accord de volontés dans le pur smart contract⁸⁹⁹ – et d'invoquer à son profit les règles protectrices du droit des contrats ou de certains droits spéciaux, sortant ainsi du vase clos de la blockchain. Il faudra alors essayer de recourir au juge pour rétablir le respect des droits des parties au pur smart contract. Il est ainsi justifié d'inclure ces purs smart contracts dans l'analyse juridique proposée, pour anticiper un éventuel contentieux et proposer des solutions aux parties au pur smart contract, en gardant en mémoire l'obstacle principal que constitue le pseudonymat des parties pour le contentieux⁹⁰⁰.

Il existe un moyen bien plus sécurisé pour les parties contractantes de recourir aux smart contracts, dans le cadre des smart contracts d'application d'un contrat.

B. Le smart contract d'application

326. Le critère de qualification : l'existence d'un contrat préalable. Souvent, les smart contracts observés en pratique consistent en la traduction informatique des clauses d'un contrat déjà formé. Dans ce cas, le smart contract a vocation à mettre en exécution l'accord trouvé entre les parties, exprimé dans un véritable contrat, comportant toutes les clauses

⁸⁹⁵ R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, op. cit., spéc. n^{os} 58 s.

⁸⁹⁶ *Ibid.*, n^{os} 64-65.

⁸⁹⁷ En somme, une nouvelle version, informatique, de ces ordres normatifs concurrents qu'évoquait Gurvitch (v. la présentation par Carbonnier de cette hypothèse du pluralisme juridique, J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, op. cit., p. 18 s. et *supra*, §20).

⁸⁹⁸ V. *supra*, sur l'immutabilité du code informatique une fois le smart contract déployé sur une blockchain (§ 190 s.).

⁸⁹⁹ V. *infra*, §346 s. et spéc. §358 s.

⁹⁰⁰ V. *supra*, §186.

juridiques usuelles. Le smart contract est alors un outil pour appliquer les clauses du contrat : nous le désignons par le terme « smart contract d'application ».

Les parties auront la plupart du temps connaissance de l'identité de leur cocontractant et auront souhaité conclure un contrat, en choisissant de l'exécuter par le biais d'un smart contract⁹⁰¹. Certaines clauses, essentiellement liées aux prestations caractéristiques du contrat ou à la sanction de l'inexécution, seront ainsi traduites en lignes de code informatique. On perçoit qu'un smart contract d'application ne concernera que quelques clauses du contrat⁹⁰². C'est là sa spécificité. Le smart contract d'application n'est programmé que pour exécuter qu'une ou plusieurs clauses du contrat, par exemple, un versement de prime d'assurance ou de dividendes d'actionnaire.

Les parties au contrat préalablement formé pourront ainsi, dans un second temps, signer cryptographiquement le smart contract d'application déployé sur la blockchain conformément aux termes de leur accord, afin qu'il s'exécute de façon autonome et automatique lorsque les conditions prédéfinies en seront remplies.

327. Appréciation. Le grand avantage du recours à un contrat préalable, en amont du smart contract d'application, est d'identifier parfaitement les parties au contrat et de prévoir toutes sortes de clauses secondaires fixant le cadre contractuel obligatoire des parties (choix de loi, attribution de juridiction, clauses résolutoire, pénale, limitative ou exonératoire de réparation ou de responsabilité etc.), tandis que l'exécution des clauses davantage opérationnelles pourra relever du smart contract d'application. De plus en plus, les smart contracts déployés permettent l'exécution informatique du contrat liant les parties : il existe un véritable lien entre le contrat préalable et le smart contract d'application. La sécurité juridique s'en trouve accrue pour l'ensemble des prévisions des parties. Les exemples cités de versement de prime d'assurance, de droits d'auteur, de paiement d'un prix de vente, de prestations de service numériques, peuvent tous prendre la forme d'un contrat classique, exécuté par son smart contract d'application.

328. Le recours envisageable aux smart contracts d'application. L'adoption massive de cette modalité d'exécution contractuelle suppose que des moyens importants soient mobilisés pour la rédaction de programmes informatiques adaptés. Il semble à ce stade que les contraintes techniques et informatiques de mise en place de tels smart contracts d'application et leur coût de rédaction informatique aient pour conséquence de réduire leur champ d'application à des domaines où l'enjeu financier amortira le coût de développement des smart

⁹⁰¹ Sans doute sera-t-il alors nécessaire d'insérer une convention de recours au smart contract. V. *infra*, §556.

⁹⁰² Sur l'identification des clauses pouvant être exécutées par un smart contract, v. *infra*, §456-458.

contracts⁹⁰³. Ainsi en est-il de la finance décentralisée où les modèles de contrats et leurs smart contracts d'application se développent vite au regard des montants investis⁹⁰⁴ ; pensons aussi, de manière prospective, au domaine des contrats de consommation de masse, répétés des millions de fois, qui pourraient gagner à être exécutés par smart contract, par exemple des contrats d'abonnements à des plateformes de streaming vidéo. Pourquoi pas encore envisager l'utilisation de smart contracts d'application dans des domaines très formalisés ou standardisés, comme la vente notariée – notamment pour le paiement du prix par pallier dans le cadre de la vente en l'état futur d'achèvement – ou bien des baux d'habitation ou commerciaux. En tout état de cause, il s'agit de pouvoir répercuter le coût de mise en place de ces programmes informatiques ; seraient ainsi exclus les contrats entre particuliers peu communs ou aux enjeux financiers peu élevés.

La maîtrise et le coût de rédaction d'un smart contract sont donc des éléments clés à prendre en compte pour l'adoption de ces instruments. L'innovation peut encore aller plus loin : certains acteurs prennent ainsi le parti de développer concomitamment des contrats standardisés et leurs smart contracts d'application, jusqu'à les intégrer dans le contrat juridique : c'est la troisième catégorie.

C. *Le contrat hybride*

329. Une troisième voie : l'intégration du smart contract au contrat. Au-delà des deux utilisations de smart contracts présentées, le pur smart contract et le smart contract d'application, une troisième utilisation des smart contracts se dessine, mêlant contrat juridique et code informatique. Cette troisième voie est envisageable grâce aux récents développements techno-contractuels fondés sur l'informatique et en particulier grâce aux contrats ricardiens et aux *computable contracts*⁹⁰⁵. Ces innovations permettent en effet d'allier code informatique et clauses juridiques dans un même document ou dans un ensemble contractuel. Dans cette perspective, l'expression « smart contract » pourrait rendre compte d'une réalité plus innovante encore que les cas d'usage jusque-ici évoqués. Ces smart contracts intégrés dans des contrats hybrides permettraient alors de répondre à l'objectif d'amélioration de la pratique contractuelle, rendant plus « maline » la gestion du contrat, de sa formation à son exécution, conformément à la vision de Nick Szabo⁹⁰⁶.

⁹⁰³ V. *supra*, §293.

⁹⁰⁴ Même s'il est difficile de mesurer la part des smart contracts d'application et la part des purs smart contracts sur ce marché largement évolutif et réservé aux connaisseurs.

⁹⁰⁵ V. *supra*, 134 s.

⁹⁰⁶ V. *supra*, §2.

Plus précisément, le contrat hybride envisagé vise à incorporer dans un même entourage contractuel à la fois des stipulations juridiques et des fonctions informatiques. Certaines clauses sont automatiquement traduites en code informatique tandis que d'autres clauses, qui n'ont pas trait directement à l'exécution des engagements contractuels, mais plutôt à l'environnement contractuel normatif (loi applicable, clauses limitatives de responsabilité, clause attributive de juridiction ou de recours à l'arbitrage, etc.), ne seront pas codées et resteront en langage classique⁹⁰⁷. Le contrat hybride, mi-juridique, mi-informatique, est ensuite déployé sur une blockchain. Deux possibilités sont envisageables pour la rédaction et la formation de ces contrats hybrides.

330.1°) Un contrat hybride dans un document unique. Comment rédiger un tel contrat hybride ? Rédiger directement des contrats hybrides en tentant la technique du *direct coding*, c'est-à-dire en rédigeant les clauses juridiques dans une logique informatique⁹⁰⁸, pourrait être tentant. Mais cette technique nécessite des compétences poussées à la fois en rédaction de contrats et en programmation informatique, ce qui implique d'être à la fois un excellent juriste et développeur⁹⁰⁹ et aujourd'hui, rares seraient les personnes réunissant ces deux compétences. L'idée serait plutôt de développer des modèles de contrats hybrides contenant à la fois la prose juridique et le code informatique, sur le modèle du *computable contract*⁹¹⁰. Mais le même argument de manque de compétence doit être opposé. À ce jour, cette technique n'est pas envisageable, du moins pour un véritable développement. Une autre approche permet en revanche d'entrevoir un avenir pour les contrats hybrides.

331. 2°) Un contrat hybride composé de couches contractuelles. Un auteur présente une vision originale pour expliquer comment lier un smart contract et les clauses juridiques de l'accord entre les parties, sans utiliser la technique d'un langage hybride au sein d'un document unique. M. Allen propose d'appréhender un ensemble contractuel unitaire intégrant du langage

⁹⁰⁷ V. C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.* : l'article fait la distinction sur les clauses opérationnelles et non-opérationnelles, seules les premières pouvant être codées. Sur l'identification des clauses pouvant faire l'objet d'un smart contract, v. *infra*, §454 s.

⁹⁰⁸ V. *supra*, §264. Cette technique fait écho à celle du contrat ricardien, où l'ordinateur peut exécuter directement les instructions à partir d'un document rédigé dans un langage pourtant lisible par l'humain.

⁹⁰⁹ Pour permettre ce développement et un passage à l'échelle supérieure, la question de la compétence nécessaire pour rédiger de tels contrats reste entière, puisqu'un simple juriste ou un simple développeur ne serait pas en mesure d'appréhender simultanément et entièrement les enjeux informatiques et juridiques portés par le contrat en cause. V. en ce sens, E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 18. L'auteur relève que la plupart des juristes ne deviendront probablement pas des programmeurs (de même que la plupart des programmeurs ne deviendront probablement pas des rédacteurs d'actes compétents).

⁹¹⁰ V. *supra*, §135.

naturel et du langage formel⁹¹¹, en le décomposant en plusieurs couches contractuelles⁹¹². Chaque couche utilise un langage différent – langage informatique et langage naturel – et la lecture s’en trouve facilitée pour les parties, qui ne lisent que la couche en langage naturel s’apparentant au contrat classique, tandis que la couche en langage informatique est réservée à l’ordinateur pour le stade de l’exécution.

Les smart contracts, selon M. Allen, peuvent être compris comme un empilement de couches contractuelles. Le terme « smart contract » est utilisé par cet auteur dans un sens extensif pour inclure à la fois l’accord juridique et son exécution par un programme informatique, chacun représentant une couche contractuelle. Une première couche est composée de l’accord juridique entre les cocontractants, rédigé en langage naturel intelligible par l’humain ; une autre couche est constituée par le smart contract, c’est-à-dire le programme informatique permettant d’automatiser certaines clauses de l’accord, et rédigé en langage informatique⁹¹³.

332. L’empilement de documents contractuels et du code smart contract. On peut tout à fait imaginer inclure dans cet empilement divers documents contractuels, comme des documents pré-contractuels ou d’information, qui comportent souvent des promesses incitant le cocontractant à conclure le contrat : c’est par exemple le cas des *whitepapers* présentés dans le cadre d’ICO⁹¹⁴ ; ou encore les éventuels *Terms&Conditions* qui régissent de plus en plus ces opérations. L’ensemble des couches contractuelles se retrouverait ainsi « emballé » dans le contrat, le tout formant un support numérique unique⁹¹⁵.

Cet empilement est parfois perceptible par à un simple renvoi, au sein des commentaires en langage naturel dans les lignes du smart contract⁹¹⁶, à des conditions générales. La couche juridique est alors intégrée à la couche smart contractuelle par référence. L’exemple suivant permet d’illustrer cette pratique. Voici l’extrait du code source d’un smart

⁹¹¹ Sur la distinction du langage informatique et du langage naturel, v. *supra*, §235.

⁹¹² J. G. ALLEN, « Wrapped and Stacked », *op. cit.*

⁹¹³ Se positionnent en faveur d’un tel « empilement contractuel » S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 39.

⁹¹⁴ V. sur le sujet, *Ibid.*, p. 40-42. Les auteurs rappellent que l’idée selon laquelle les transactions s’accompagnent souvent de promesses potentiellement à valeur contractuelle n’est pas nouvelle et proposent d’admettre que toutes les intentions communiquées, en ce compris le code informatique, soient incluses dans la pile contractuelle (*contract stack*) (passage original : « *All shared communications of intent, including the code, comprise the legally-operative stack* »). Suivant cette analyse, le *whitepaper* et les *terms and conditions* d’une ICO appartiennent à l’ensemble contractuel considéré. Pour rappel, un “*whitepaper*” d’ICO est un document présentant au public l’offre d’émission de jetons qui va être proposée et le projet de l’entreprise, afin d’inciter les investisseurs à acheter les *tokens* qui seront ainsi mis en circulation : il ne s’agit pas d’un contrat, mais les termes inclus dans les *whitepapers* pourraient être source d’obligations contractuelles si l’on considère qu’ils appartiennent à un ensemble de couches contractuelles. V. *infra*, §367 s. pour l’analyse juridique complète.

⁹¹⁵ J. G. ALLEN, « Wrapped and Stacked », *op. cit.*, p. 310 ; S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 37.

⁹¹⁶ Sur cette technique, v. *supra*, §242.

contract permettant de générer un token non fongible (NFT) à partir d'un standard proposé par la bibliothèque OpenZeppelin⁹¹⁷, le standard ERC1155. Déjà, le code source fait référence à des documents contractuels dès les premières lignes du code du smart contract, en visant des *Terms of Services*, c'est-à-dire les conditions générales, et différentes conditions applicables aux contenus numériques proposés :

```

1  // SPDX-License-Identifier: MIT
2
3  /*
4   RTFKT Legal Overview [https://rtfkt.com/legaloverview]
5   1. RTFKT Platform Terms of Services [Document #1, https://rtfkt.com/tos]
6   2. End Use License Terms
7   A. Digital Collectible Terms (RTFKT-Owned Content) [Document #2-A, https://rtfkt.com/legal-2A]
8   B. Digital Collectible Terms (Third Party Content) [Document #2-B, https://rtfkt.com/legal-2B]
9   C. Digital Collectible Limited Commercial Use License Terms (RTFKT-Owned Content) [Document #2-C, https://rtfkt.com/legal-2C]
10
11  3. Policies or other documentation
12  A. RTFKT Privacy Policy [Document #3-A, https://rtfkt.com/privacy]
13  B. NFT Issuance and Marketing Policy [Document #3-B, https://rtfkt.com/legal-3B]
14  C. Transfer Fees [Document #3C, https://rtfkt.com/legal-3C]
15  C. 1. Commercialization Registration [https://rtfkt.typeform.com/to/u671kiRl]
16
17  4. General notices
18  A. Murakami Short Verbiage - User Experience Notice [Document #X-1, https://rtfkt.com/legal-X1]
19  */
20
21 pragma solidity ^0.8.2;
22
23 import "@openzeppelin/contracts/token/ERC1155/ERC1155.sol";
24 import "@openzeppelin/contracts/access/Ownable.sol";
25 import "@openzeppelin/contracts/token/ERC1155/extensions/ERC1155Burnable.sol";

```

Mieux, le codeur du smart contract a même prévu qu'en déclenchant une fonction permettant de générer le NFT (*mint function*), l'utilisateur reconnaissait avoir lu et accepté les conditions générales du site, en y faisant expressément référence (lignes 103) :

```

86 // Authorize specific smart contract to be used for minting an ERC-1155 token
87 function toggleMigration() public onlyOwner {
88     migrationStarted = !migrationStarted;
89 }
90
91 // Authorize specific smart contract to be used for minting an ERC-1155 token
92 function toggleContractAuthorization(address contractAddress, uint256 typeOfContract) public onlyOwner {
93     authorizedContract[contractAddress] = typeOfContract;
94 }
95
96 // Check if a specific address is an authorized mintpass
97 function isContractAuthorized(address contractAddress) view public returns(uint256) {
98     return authorizedContract[contractAddress];
99 }
100
101 // Mint function
102 function mint(address[] calldata contractIds, uint256[] calldata tokenIds, uint256 amountToMint) public payable returns(uint256) {
103     // By calling this function, you agreed that you have read and accepted the terms & conditions available at this link: https://rtfkt.com/legaloverview
104     require(salesStarted == true, "Sales have not started");
105     uint256 amount = amountToMint;
106
107     // Note: For public sales to be active, the bool publicSales need to be true and the bool privateSales need to be false
108
109     // If public sales is active
110     if(publicSales == true) {

```

Une certaine pratique conduit ainsi à insérer la référence aux conditions générales applicable au sein même du smart contract. Il y a bien deux couches contractuelles, le smart contract et les conditions générales. La seconde est insérée dans la première, par référence, et le tout forme un ensemble unique issu de cet empilement, un « *stacked contract* » selon les

⁹¹⁷ Sur les bibliothèques de modèles de smart contracts en développement, v. *supra*, §243.

termes de M. Allen⁹¹⁸. Cette pratique devra être analysée afin de mesurer la portée du consentement ainsi exprimé à des conditions générales insérées dans un smart contract⁹¹⁹.

333. Vers des modèles de contrats hybrides par empilement de couches contractuelles. Certains projets proposent d'ores et déjà des contrats types intégrant directement des smart contracts, accessibles en libre accès et fonctionnant sur un modèle collaboratif⁹²⁰. Ils permettent la génération automatique du smart contract à partir du document Word contenant le contrat rédigé à la manière d'un contrat ricardien, associant langage informatique et langage juridique. Cela signifie qu'un contrat est créé et généré via un logiciel, grâce à des modèles développés à cette fin, et que le smart contract correspondant est simultanément généré à partir du modèle correspondant. Les parties peuvent indiquer les modalités et conditions du contrat : prix, date d'exécution, sanction, objet de la transaction, etc. Parallèlement, le renseignement de ces informations permet de compléter automatiquement le smart contract qui est adossé au contrat classique. Par exemple, OpenLaw propose des modèles de contrats de prestation de services où la rémunération serait automatiquement calculée et versée selon le travail fourni, par exemple pour un consultant, mais aussi des modèles de contrats de vente, etc. La communauté des utilisateurs contribue ensuite à améliorer les modèles proposés et leur smart contract attaché, ainsi qu'à proposer de nouveaux modèles de ces contrats hybrides.

334. Appréciation. La métaphore de l'empilement de couches contractuelles rend compte de la complexité que peut représenter un contrat aujourd'hui, phénomène déjà observé depuis des années⁹²¹, avec la négociation puis la rédaction du contrat, ou la succession de documents contractuels. Cette complexité augmente avec l'étape nécessaire pour compléter (ou remplacer) le langage juridique par du langage informatique exécutable par la machine. Grâce

⁹¹⁸ J. G. ALLEN, « Wrapped and Stacked », *op. cit.*

⁹¹⁹ V. *infra*, §369.

⁹²⁰ Depuis le début des recherches entreprises pour cette étude, le scénario est de moins en moins prospectif et de plus en plus proche d'être utilisé pour une pratique répandue. C'est notamment grâce aux avancées très encourageantes de la start-up Open Law (www.openlaw.io) qui développe des modèles de contrats générant automatiquement le smart contract lié. Le projet met en place une bibliothèque de modèles de contrats hybrides, où les parties remplissent les champs d'un formulaire afin que soient générés automatiquement le contrat classique et son smart contract intégré. La phrase d'appel de leur site internet est la suivante : « *OpenLaw makes it easy to create legal agreements that work with Ethereum* » (OpenLaw facilite la création d'accords juridiques qui fonctionnent avec la blockchain Ethereum). Plus largement, la plateforme permet de créer des brouillons de contrats dynamiques où les parties n'auront plus qu'à remplir les données requises, sélectionner les clauses adéquates et signer le contrat ainsi rédigé en partie à l'aide de l'informatique. La vision de Pierre Catala de bibles de contrats informatisés (v. *supra*, §128) a enfin vu le jour en pratique.

⁹²¹ C'est ce dont rend compte M. Aynès en évoquant les contrats de consommation : « mais s'agit-il vraiment de contrats ? N'y a-t-il pas plutôt dans ce domaine succession d'actes unilatéraux : la mise à disposition, la publicité, l'offre d'un côté, l'acte de consommation de l'autre » (L. AYNES, « Rapport de synthèse », in *La confiance en droit privé des contrats*, V.-L. Bénabou et M. Chagny (dir.), Dalloz, 2008, p. 155).

à l'unicité de l'ensemble, des questions de validité et de régime pourraient être ainsi réglées. Cette vision permet de concilier les différentes évolutions techno-contractuelles et de répondre au souhait d'un instrument contractuel unique, un contrat amélioré tant dans sa formation que dans son exécution.

L'avantage des contrats hybrides est de proposer à des parties, identifiées dans la couche contractuelle classique, un outil conforme à leurs attentes et qui sera ensuite déployé sur la blockchain. À la différence des smart contracts d'application, le contrat hybride est conçu comme un tout *ab initio*, et induit une part de clauses juridiques moins importante, au profit de la part smart contractuelle. Le déploiement sur la blockchain assure l'absence de modification unilatérale du code informatique tout en permettant une exécution sans faille lorsque les conditions en seront remplies. L'accord des parties se trouverait ainsi dans un ensemble contractuel unique, assurant une sécurité juridique accrue puisque le contentieux est possible du fait de l'identification des parties. Cet usage n'est pour l'instant pas répandu, mais nous paraît très prometteur en ce qu'il permettrait, pour certains besoins, d'allier le meilleur des deux mondes, juridique et informatique.

Le tableau est moins positif s'agissant des smart contracts intégrant par référence des conditions générales, où l'identification des parties n'est pas aussi certaine et où un contenu contractuel est davantage imposé à la marge à la partie acceptante par la partie pollicitante, *a priori* en position de force. Cette pratique pourrait donner naissance à de nouveaux contrats d'adhésion de masse, informatisés et automatiques dans leur exécution.

335. Conclusion de la section. Le critère de classification proposé des smart contracts, utilisés au service des contrats, vise à opérer une distinction fondée sur l'existence ou l'absence d'une relation contractuelle entre les parties au smart contract, et permet de dépasser l'unité terminologique. Cette distinction rend compte d'une démarche très différente dans le recours aux smart contracts au service d'une utilisation contractuelle : d'un côté, ils sont vus comme un outil purement technique ou comme l'exécution d'une transaction entre initiés au code informatique, directement sur la blockchain⁹²² ; d'un autre côté, les smart contracts sont recherchés par des parties à un contrat préalable comme moyen d'exécution de ce contrat. Mais une troisième réalité hybride a émergé, où les parties souhaitent donner un cadre juridique à une opération entièrement exécutée par un smart contract.

C'est pourquoi une typologie spécifique a été proposée afin d'offrir une terminologie adaptée aux trois catégories de smart contracts pouvant être utilisés au service des contrats. Là où les *purs smart contracts* sont des smart contracts codés et déployés indépendamment de tout

⁹²² Et il faudra alors déceler s'il y a ici un véritable contrat contenu dans le smart contract... v. *infra*, §341 et suivants.

accord préalable entre les parties, les *smart contracts d'application* sont à l'inverse codés pour exécuter une ou plusieurs clauses d'un contrat déjà formé entre des parties⁹²³. Entre ces deux catégories se trouvent les *contrats hybrides*, qui intègrent au sein d'un unique ensemble contractuel, une couche en langage naturel comprenant des clauses juridiques classiques, ou d'éventuels documents contractuels encadrant l'opération considérée, tels que des conditions générales, et une couche smart contractuelle en langage informatique, permettant de réaliser l'opération. Ces trois catégories sont promises à des utilisations distinctes, selon que les parties au smart contract recherchent une sécurité juridique accrue, ce qui implique une identification des parties pour permettre un accès au juge, ou des transactions plus efficaces et pseudonymes, par le biais de purs smart contracts. Le coût de mise en œuvre de tels smart contracts devra être pris en compte par les parties. En ce domaine, le développement de modèles de smart contracts en tous genres favorisera leur adoption progressive, quelle que soit la catégorie considérée.

336. Conclusion du chapitre. Derrière une expression unique, se cache une riche diversité de smart contracts, pouvant être utilisés dans des situations très différentes. Le critère de classification retenu, fondé sur l'existence ou non d'un contrat préalable entre les parties, a permis d'affiner l'analyse. On a ainsi constaté qu'en réalité, les smart contracts étaient utilisés, ou pouvaient l'être, tant comme rouage de la blockchain afin de mettre en œuvre une opération simple ou complexe sans relation contractuelle préalable ni *instrumentum* juridique, que pour prévoir l'exécution smart contractuelle d'un contrat, voire pour concevoir *ab initio* une relation smart contractuelle sous un format hybride, comprenant au sein d'un même support un *instrumentum* juridique et une exécution par smart contract.

D'un point de vue juridique, il apparaît *a priori* plus sûr d'encadrer une transaction sur une blockchain par un véritable contrat classique, quel que soit son support, ne serait-ce que pour insérer les clauses usuelles encadrant la relation contractuelle et l'exécution du contrat. Mais d'un point de vue pratique, les purs smart contracts peuvent sembler plus simples, déliés des lourdeurs juridiques, potentiellement préférables pour certains utilisateurs.

En utilisant dorénavant la terminologie proposée, l'avantage sera de connaître exactement le contexte d'utilisation des smart contracts selon l'expression utilisée. Il est alors possible de procéder à l'analyse juridique de chacune de ces catégories de smart contracts et de déterminer dans quelle cas la qualification proposée est susceptible de s'appliquer.

⁹²³ Sans exclure le recours à des smart contracts d'application pour mettre en œuvre d'autres actes juridiques : testament, donation ou autre libéralité, etc.

Chapitre 2 – La qualification des smart contracts

337. La pertinence de la qualification juridique d'un programme informatique. La démarche de qualification juridique d'un programme informatique exécuté par un ordinateur virtuel peut paraître étonnante. Peut-on imaginer appliquer une notion juridique à des programmes informatiques auto-exécutants ? Plus largement, pourquoi a-t-on intérêt à qualifier un smart contract pour le faire entrer dans telle ou telle catégorie juridique ? Cette question fait écho à une question élémentaire et essentielle en droit : à quoi sert la qualification ? « Qualifier, c'est rattacher l'opération à une catégorie juridique afin d'en déduire le régime »⁹²⁴. Le travail du juriste consiste en effet à apprécier ou constater des faits matériels pour ensuite les qualifier⁹²⁵ et les faire entrer dans une catégorie juridique, comme un médecin ferait son diagnostic à partir de symptômes⁹²⁶. Il s'agit d'un travail de traduction⁹²⁷, pour passer du fait au droit.

Le but est d'en déduire le régime juridique applicable à la situation donnée⁹²⁸ : règles de validité, d'exécution, mais aussi sanctions et remèdes. Pour cela, il faut inscrire la situation de fait dans une catégorie juridique⁹²⁹, laquelle définit les traits communs d'appartenance et le régime commun à ces situations⁹³⁰. Grâce aux catégories juridiques composées de concepts juridiques connus et définis, la qualification des situations de fait se trouve facilitée⁹³¹. Le tout

⁹²⁴ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 603. La qualification est communément définie comme « l'opération intellectuelle d'analyse juridique, outil essentiel de la pensée juridique, consistant à prendre en considération l'élément qu'il s'agit de qualifier (fait brut, acte, règle, etc.) et à le faire entrer dans une catégorie juridique préexistante (d'où résulte, par rattachement, le régime juridique qui lui est applicable) en reconnaît en lui les caractéristiques essentielles de la catégorie de rattachement » selon ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique, op. cit.*, V° « Qualification ». V. encore, J.-L. BERGEL, *Méthodologie juridique : fondamentale et appliquée*, 3^e éd., PUF, 2018, n° 57, qui qualifie la qualification d'« opération intellectuelle d'analyse juridique d'une situation de fait ou de droit pour en découvrir le régime ».

⁹²⁵ P. MALAURIE et P. MORVAN, *Introduction au droit, op. cit.*, n° 396 ; P. MALINVAUD et N. BALAT, *Introduction à l'étude du droit*, 22^e éd., LexisNexis, 2022, n° 56.

⁹²⁶ P. MALINVAUD et N. BALAT, *Introduction à l'étude du droit, op. cit.*, n° 56.

⁹²⁷ Selon P. Jestaz, « La qualification est au fond un exercice de traduction » (P. JESTAZ, « La qualification en droit civil », *Droits*, 18 (la qualification), 1993, p. 46).

⁹²⁸ J.-L. BERGEL, *Méthodologie juridique : fondamentale et appliquée, op. cit.*, n° 63 : « les juristes procèdent « à des regroupements ou à des distinctions pour appliquer un traitement semblable à des choses similaires et des traitements différents à des choses dissemblables » et s'efforcent de « ranger les phénomènes et les concepts juridiques de même nature en catégories auxquelles s'attachent logiquement des règles propres dictées par leur nature commune ».

⁹²⁹ P. MALINVAUD et N. BALAT, *Introduction à l'étude du droit, op. cit.*, n°s 56-57. Ces catégories comportent des concepts, souvent à portée universelle, et qui peuvent émerger de réalités nouvelles. Dans ce cas, c'est bien à la doctrine de « dégager les concepts et d'en édifier des ensembles » : F. GENY, *Science et technique en droit privé positif : nouvelle contribution à la critique de la méthode juridique. t. III, Elaboration technique du droit positif*, Sirey, 1921, p. 183-184 ; v. aussi, J.-L. BERGEL, *Méthodologie juridique, op. cit.*, n° 60. L'auteur poursuit en précisant que la flexibilité des notions et catégories juridiques est nécessaire pour permettre l'adaptation à l'évolution sociale : le droit a besoin de notions flexibles et de concepts indéterminés (n° 65).

⁹³⁰ *Ibid.*, n° 59.

⁹³¹ V. en ce sens, *Ibid.*, n° 60.

est alors de savoir vers quelle catégorie se tourner dans le cas des smart contracts objets de l'étude, c'est-à-dire les smart contracts au service d'une utilisation contractuelle⁹³².

Tout naturellement, c'est la qualification de contrat qui s'impose et qui doit être étudiée selon chaque catégorie de smart contract considérée. La qualification ne sera en effet peut-être pas toujours retenue, selon que l'on est en présence d'un pur smart contract, d'un smart contract d'application ou d'un contrat hybride. L'objectif est de déterminer juridiquement le lien que les smart contracts entretiennent avec les contrats, et dans quels cas ils peuvent être qualifiés de contrat à part entière.

338. Méthode. Il est indispensable de procéder à une analyse méthodique des différents types de smart contracts à l'aune des critères de qualification de contrat classiquement retenus en droit français. Ainsi, en appliquant la qualification de contrat aux smart contracts, l'objectif sera de désigner les types de smart contracts pouvant véritablement entrer dans la catégorie des contrats (Section 1).

Retenir éventuellement la qualification de contrat pour un outil informatique auto-exécutant emporte des conséquences inévitables lors de la mise en œuvre de la qualification. Ainsi le smart contract qualifié de contrat devrait-il notamment entrer dans la classification des contrats et être revêtu de la force obligatoire, comme tout contrat. Ces éléments ne sont pourtant pas évidents eu égard aux spécificités des smart contracts. On pourrait en effet voir dans les smart contracts une nouvelle catégorie de contrats, tandis que la question de la force obligatoire d'un programme auto-exécutant mérite un temps de réflexion. L'étude de la mise en œuvre de la qualification de contrat permettra d'éclaircir ces points (Section 2).

Section 1 – La qualification de contrat appliquée aux smart contracts

Section 2 – La mise en œuvre de la qualification de contrat

⁹³² La qualification recherchée ne concerne donc que ce champ d'étude restreint des smart contracts dédiés à une utilisation contractuelle. D'autres smart contracts sont susceptibles de recevoir d'autres qualifications ; comme celle de paiement, avancée par le 117E CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, Nice, 2021. Sur cette qualification, v. *infra*, §568 s.

Section 1 – La qualification de contrat appliquée aux smart contracts

339. Remarque préliminaire. L'intérêt de la qualification de contrat appliquée aux smart contracts. De prime abord, passée la tentation de parler de contrats intelligents⁹³³, il pourrait sembler que la question n'a pas lieu d'être, quel que soit le type de smart contract utilisé. Plusieurs arguments pourraient être avancés pour rejeter d'emblée tout intérêt de qualification des smart contracts comme contrat.

En premier lieu, il a été montré que les purs smart contracts seraient sans doute peu utilisés en pratique et que, en tout état de cause, leur inexécution ne risquerait théoriquement pas de faire naître un contentieux devant les juridictions étatiques, puisque cela serait contraire au choix des parties de recourir à un système en dehors du droit⁹³⁴. Partant, la question de savoir si nous sommes en présence d'un contrat ne se poserait jamais en pratique pour les purs smart contracts. En second lieu, puisque les smart contracts d'application sont utilisés pour exécuter un contrat préexistant⁹³⁵, et que dans le cadre du contrat hybride, le code informatique est généré en même temps que la prose juridique⁹³⁶, la question de l'existence d'un contrat entre les parties serait déjà réglée. Il n'y aurait là encore nul besoin de savoir si le smart contract peut être qualifié de contrat. En tout état de cause, qui irait affirmer que des lignes de code informatique pourraient correspondre à un accord de volontés portant sur des obligations ? Ainsi, les smart contracts ne seraient pas des contrats – ce qui semble correspondre à l'analyse d'une partie de la doctrine contemporaine⁹³⁷.

À l'analyse, aucun de ces arguments n'emporte la conviction. S'agissant des purs smart contracts, l'éventuel faible recours à cet outil ne saurait être un argument d'autorité pour écarter la possible qualification de contrat. Il suffit que quelques utilisateurs mécontents décident de rompre avec la devise « *Code is law* » et avec la toute confiance dans la technologie et d'aller chercher des remèdes du côté du juge étatique, pour se convaincre que l'entreprise n'est pas vaine⁹³⁸. L'absence de contrat préalable et l'indépendance informatique de la blockchain ne sauraient justifier la privation pour tout signataire d'un smart contract déployé

⁹³³ Sur la terminologie de smart contract, v. *supra*, §10-11.

⁹³⁴ V. *supra*, §323-324 et surtout, §19.

⁹³⁵ V. *supra*, §326.

⁹³⁶ V. *supra*, §329 s.

⁹³⁷ V. ainsi, déniaient la qualification de contrat au smart contract : J. GIUSTI, « Les « smart contracts » sont-ils des contrats ? », *op. cit.* ; C. BONDARD *et al.*, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *op. cit.* ; M. MEKKI, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.* ; F. GILLIOZ, « Du contrat intelligent au contrat juridique intelligent », *D. IP/IT*, 2019, p. 16 ; G. CATTALANO, « Smart contracts et droit des contrats », *AJ Contrat*, 2019, p. 321-323 ; C. BOILLOT, « Le “contrat” intelligent dit smart contract », in *La Blockchain saisie par le droit*, M. Behar-Touchais (dir.), IRJS Editions, 2019, vol. 1, p. 23-49 ; D. HOUTCIEFF, *Droit des contrats*, 6^e éd., 2022, Bruylant, 2021, n^{os} 132-5.

⁹³⁸ V. *supra*, §325.

sur une blockchain du recours à la justice étatique⁹³⁹. Quant aux smart contracts d'application, l'argument de la préexistence ou de la concomitance d'un contrat est doublement insuffisant pour rejeter la possibilité que le smart contract soit un contrat. D'abord, parce que le droit connaît des situations où un contrat est exécuté en application d'un autre contrat : pensons par exemple aux contrats cadre et leurs contrats d'application ou aux conditions générales d'utilisation ou de vente⁹⁴⁰. La préexistence d'un contrat principal n'est donc pas suffisante pour affirmer que le smart contract d'application n'est pas un contrat. Ensuite, et à l'inverse, parce que, pour les contrats hybrides, l'ensemble contractuel formé par l'adjonction ou superposition d'un accord juridique et d'un programme informatique peut parfois paraître peu intelligible, notamment pour les contrats hybrides, au point que l'on vient à se demander si le consentement existe. Pour le contrat hybride, la qualification de contrat que l'on pourrait penser acquise peut ainsi être remise en cause.

340. Nécessité d'une analyse nuancée. Il faut donc scruter, pour toutes les situations où des smart contracts sont ou seront utilisés, si un véritable contrat peut être décelé. Des auteurs sont d'ailleurs plus optimistes dans cette perspective, surtout dans la doctrine américaine⁹⁴¹, et affirment que les smart contracts peuvent être vus comme des accords juridiques liant les parties. Quelques rares législations ont même acté cette reconnaissance⁹⁴². Une analyse s'impose, eu égard aux divergences doctrinales et au silence du législateur français sur la question. Cette analyse devra être affinée au regard de la typologie proposée : les smart contracts pourraient bien ne répondre aux critères de la notion de contrat que dans certains cas.

341. Les difficultés liées à la notion de contrat. Pour déterminer si la qualification de contrat peut être appliquée aux smart contracts, il faut étudier l'adéquation entre les critères de la notion de contrat et les smart contracts. Or, la tâche n'est pas si simple. En effet, la notion de contrat⁹⁴³ a subi des assauts répétés à compter de la fin du XIX^e siècle, avec l'émergence des

⁹³⁹ Sur la place du droit face à la blockchain, v. *supra*, §17 s.

⁹⁴⁰ P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *RTD civ.*, 1999, n^{os} 21; 23 s. ; D. GALBOIS, *La notion de contrat : esquisse d'une théorie*, LGDJ, 2018, n^o 59.

⁹⁴¹ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.* ; M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.* ; E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.* ; K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.* V. également, dans la doctrine française, analysant le smart contract comme un complément du contrat afin de l'augmenter, B. JEAN et P. DE FILIPPI, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *op. cit.* ; et étudiant l'application des conditions de formation des contrats aux smart contracts, C. ZOLYNSKI, « Blockchain et smart contracts : premiers regards sur une technologie disruptive », *op. cit.* ; E. THEOCHARIDI, « La conclusion des smart contracts : révolution ou simple adaptation ? », *AJ Contrat*, n^o 161, 2018, p. 48-55.

⁹⁴² V. *supra*, §27 s.

⁹⁴³ V. not. sur le sujet, J. GHESTIN, « La notion de contrat », *Droits*, 12 (le contrat), 1990, p. 7-24 ; D. GALBOIS, *La notion de contrat : esquisse d'une théorie*, LGDJ, 2020 ; S. LEQUETTE, « La notion de contrat », *RTD civ.*, 2018, p. 541 ;

contrats d'adhésion et autres pratiques contractuelles innovantes, au point que l'on a pu se demander ce qu'il restait du contrat, en pleine crise⁹⁴⁴. L'évolution vécue au XX^e siècle a permis d'entériner le passage d'une vision très simple du contrat, sur le modèle du contrat de vente, héritée du code civil de 1804, à une vision multiple et complexe du contrat. Certains montrent en réalité que la crise du contrat est davantage théorique que pratique⁹⁴⁵, tant le recours au contrat est en expansion aujourd'hui⁹⁴⁶.

Il apparaît que la notion de contrat est difficilement unitaire⁹⁴⁷, eu égard à l'immense multitude de contrats⁹⁴⁸ qui peinent à s'insérer dans la définition classique⁹⁴⁹. Forts de ce constat, certains en viennent à réduire le contrat à une notion fonctionnelle⁹⁵⁰. On est loin toutefois de la conception anglo-saxonne par exemple, qui retient une lecture économique du

M. LATINA, « Contrat », in *Dictionnaire du contrat*, op. cit. ; P. GAIARDO, *Les théories objective et subjective du contrat*, LGDJ, 2020.

⁹⁴⁴ L'expression s'est enracinée notamment avec l'article de H. BATIFFOL, « La "crise du contrat" et sa portée », in *Archives de philosophie du droit*, n° 13 : *Sur les notions du contrat*, Sirey, 1968. La doctrine juridique française a beaucoup écrit sur le sujet, craignant la fin du recours au contrat. D. Tallon résume cette vision pessimiste : « Il y a tout d'abord, évidemment, les prophètes de malheur qui, périodiquement, proclament le déclin, la décadence, l'éclatement, la déstabilisation du contrat – voire sa mort » et rappelle que déjà en 1937, Josserand rétorquait : « on se hâte un peu trop de reconduire le contrat jusqu'à sa demeure dernière » (D. TALLON, « L'évolution des idées en matière de contrats : survol comparatif », op. cit.). En effet, le XX^e siècle a été un siècle mouvementé pour le droit des contrats et la période est vécue comme une véritable crise du contrat en raison des nombreuses évolutions du contrat et du « rétrécissement de la liberté contractuelle », d'abord dû au dirigisme économique, et ensuite dans un objectif de protection du consommateur (J. CARBONNIER, *Droit civil, Les biens, Les obligations*, PUF, 2004, n° 928). Sur ces évolutions, v. aussi, not., F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Introduction à l'étude du droit*, 12^e éd., Montchrestien, 2000, n° 47 ; C. LARROUMET et S. BROS, *Les obligations, le contrat*, 9^e éd., Economica, 2018, n° 100 s. ; B. BERLIOZ-HOUIN et G. BERLIOZ, « Le droit des contrats face à l'évolution économique », op. cit., p. 12 ; E. SERVERIN, « Lectures socio-juridiques sur l'État et le contrat », in *Approche critique de la contractualisation*, LGDJ, 2007, p. 95 s.

⁹⁴⁵ J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, op. cit., p. 307 : « liberté contractuelle ou ordre public, la thèse et l'antithèse procèdent d'un même droit savant, d'un même droit de juristes ». Il souligne avec ironie (p. 287) : « Décadence de l'autonomie de la volonté, socialisation du contrat, combien de fois avons-nous entendu ces formules, érigées en vérités sociologiques ? ».

⁹⁴⁶ Des auteurs ont relevé en ce sens que « la crise du contrat a été souvent exagérée et qu'en particulier le recul du contrat sur certains terrains est compensé sur d'autres par la naissance et le développement de types nouveaux de contrats... » (MARTY et RAYNAUD, *Traité de droit civil*, t. II, vol. I : *Les obligations*, Librairie Sirey, 1962, n° 53, cité par M. CABRILLAC, « Remarques sur la théorie générale du contrat et les créations récentes de la pratique commerciale », op. cit.). V. aussi, B. DE MONTMORILLON, « La croissance contractuelle », op. cit.

⁹⁴⁷ V. J. GHESTIN, G. LOISEAU et Y.-M. SERINET, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. I : Le contrat - Le consentement*, 4^e éd., LGDJ, 2013, n° 42 s. (Chapitre II : l'existence douteuse d'une notion unique de contrat).

⁹⁴⁸ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, op. cit., n° 43 : « on parle souvent du « contrat » au singulier, mais il n'existe pas un contrat unique et abstrait, qui servirait de modèle et qui pourrait être isolé des autres contrats ». En réalité chaque contrat est spécial « c'est-à-dire concret, particulier ».

⁹⁴⁹ V. en ce sens, S. LEQUETTE, « La notion de contrat », op. cit., n° 18.

⁹⁵⁰ J. GHESTIN, G. LOISEAU et Y.-M. SERINET, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. I : Le contrat - Le consentement*, op. cit., n° 48 : « la difficulté de faire rentrer la diversité des situations particulières dans des catégories générales suffisamment précises est considérable ». Pour cet auteur, « il faut sans doute admettre qu'il n'y a pas « d'essence contractuelle » (...) et donc renoncer à faire du contrat un concept pour accepter de le réduire au rôle plus modeste, mais plus exact, de notion juridique, dont la seule justification ne peut être que fonctionnelle ». Dans le même sens, R. LIBCHABER, « Réflexions sur les effets du contrat », in *Mélanges offerts à Jean-Luc Aubert*, Dalloz, 2005, p. 216 : « le contrat est l'acte créateur d'effets juridiques obligatoires, et il n'est que cela ».

contrat, y voyant surtout une affaire à réaliser⁹⁵¹, où la confiance fonde la force obligatoire du contrat⁹⁵².

342. La définition légale du contrat. Malgré les soubresauts qu'elle a connus, la notion de contrat demeure unique et la définition aujourd'hui reconnue par la doctrine majoritaire est fondée sur deux piliers : le contrat est un accord de volontés⁹⁵³ en vue de produire des effets de droit et plus spécifiquement, des obligations⁹⁵⁴. Jusqu'à la réforme de 2016, le code civil définissait le contrat comme « une convention par laquelle une ou plusieurs personnes s'obligent, envers une ou plusieurs autres, à donner, à faire ou à ne pas faire quelque chose » (article 1101 ancien). Ainsi, le contrat était défini comme une espèce de convention, génératrice de droits⁹⁵⁵. L'ordonnance n° 2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations a fait le choix de moderniser la définition du

⁹⁵¹ J. O'SULLIVAN, *O'Sullivan & Hilliard's The law of contract*, 8th edition, Oxford University Press, 2018, n° 1.4 : « a contract is a bargain, which means a reciprocal agreement between the parties, almost invariably an exchange of promises (...) so a one-sided gratuitous promise is not a contract ». V. aussi, H. KÖTZ et al., *Droit européen des contrats*, Sirey, 2019, n° 8, évoquant « L'appréhension très commercialiste et pragmatique du contrat en droit anglais – « un Anglais est tenu, non parce qu'il a fait une promesse, mais parce qu'il a conclu un *bargain* » ». C'est d'ailleurs cette conception du contrat qui fonde l'analyse économique du droit, qui cherche à obtenir « une meilleure efficacité des règles du droit des contrats », avec l'idée d'une minimisation des coûts de transaction associés au contrat. (J.-L. BERGEL, *Méthodologie juridique*, op. cit., n° 53).

⁹⁵² P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, 11^e éd., LGDJ, 2020, n° 239 ; C. LARROUMET et S. BROS, *Les obligations, le contrat*, op. cit., n° 89. V. ainsi, refusant de faire de l'échange économique un critère du contrat : J. GHESTIN, « La notion de contrat », *Droits*, 12 (le contrat), 1990, p. 20 ; pourtant, certains auteurs n'hésitent pas à présenter le contrat avant tout comme un instrument d'échange économique « indispensable à la vie des individus et des entreprises » (B. FAGES, *Droit des obligations*, 12^e éd., LGDJ, 2022, n° 19). V. aussi, sur les fondements des théories objective (américaine) et subjective (française) du contrat, entre l'intérêt économique du contrat et le respect de la promesse, P. GAIARDO, *Les théories objective et subjective du contrat*, op. cit. (sur la théorie objective, n°s 192 s. et sur la théorie subjective, n°s 209 s.).

⁹⁵³ La place de la volonté est essentielle dans le contrat : v. sur ce point, M. VILLEY, « Préface historique à l'étude des notions de contrat », in *Archives de philosophie du droit*, n° 13 : *Sur les notions du contrat*, Sirey, 1968, p. 1-12 : l'auteur rappelle les positions des civilistes qui répètent que « le contrat est une convention ; son âme, c'est le consentement des parties » et leur « volonté commune régit en principe toute l'opération » ; F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, 9^e éd., Montchrestien, 1998, n° 45 s. La nouvelle définition du contrat, réécrite par la réforme du droit des obligations du 10 février 2016, insiste d'ailleurs sur cet élément, qui ne figurait pas à l'ancien article 1101 du code civil.

⁹⁵⁴ Sont généralement retenues en doctrine cette définition ou celle de l'article 1101 du code civil. V. par exemple, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, op. cit., n° 201 ; A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*, 4^e éd., PUF, 2020, n° 13 ; B. FAGES, *Droit des obligations*, op. cit., n° 21 ; M. LATINA, « Contrat », op. cit. ; F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, op. cit., n° 52 ; A. BENABENT, *Droit des obligations*, op. cit., n°s 15-17 ; D. HOUTCIEFF, *Droit des contrats*, op. cit., n° 51 ; ou encore le célèbre article de J. GHESTIN, « La notion de contrat », 1990, op. cit., p. 9, précisant ensuite dans sa démonstration que le contrat est avant tout un accord de volontés, et un accord de volontés destiné à produire des effets de droit. V. aussi, poursuivant cette définition plus large englobant les effets de droit proposée par C. LARROUMET et S. BROS, *Les obligations, le contrat*, op. cit., p. 58 : « le contrat est donc un accord de volontés dans le but de produire des effets de droit, notamment la création d'un rapport d'obligation entre deux parties au moins ».

⁹⁵⁵ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, op. cit., n° 52 ; ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, op. cit., V° « Contrat » : « espèce de convention ayant pour objet de créer une obligation ou de transférer la propriété ». Mais le Vocabulaire juridique incorpore également, depuis sa 12^e édition (postérieure à la réforme de 2016), la définition du nouvel article 1101 du code civil, à la suite de l'ancienne définition.

contrat⁹⁵⁶. L'article 1101 du code civil dispose désormais que « Le contrat est un accord de volontés entre deux ou plusieurs personnes destiné à créer, modifier, transmettre ou éteindre des obligations ».

La notion de contrat aujourd'hui retenue en droit français permet de mieux appréhender l'ensemble des contrats dans leur diversité et de proposer un régime général⁹⁵⁷ – en amont de l'application de régimes spéciaux, tel que prescrit par l'article 1105 du code civil⁹⁵⁸.

343. Les critères de la notion de contrat. Cette nouvelle définition légale du contrat met à l'honneur son critère essentiel : l'accord de volontés, comme pour donner au contrat une certaine autonomie dans sa définition et ne plus en faire un sous-genre de la convention⁹⁵⁹. Ce critère, qui cristallise d'importantes questions, notamment à l'heure du numérique, mérite d'être analysé avant d'être appliqué avec précaution aux smart contracts. La nouvelle définition a aussi étendu les effets qui peuvent être produits par les contrats. En effet, la définition n'est plus centrée sur la seule création d'obligations, mais intègre désormais la possibilité de les modifier, les transmettre ou les éteindre. Ce critère devra également être analysé, sans omettre la place des autres effets juridiques produits par le contrat⁹⁶⁰, pour pouvoir être appliqué aux smart contracts.

344. Le critère de l'intérêt écarté. Certes, d'autres critères auraient pu être retenus, en particulier celui de l'intérêt. Plusieurs auteurs, analysant la notion de contrat, ont en effet fait

⁹⁵⁶ Cette modernisation n'a pas été toujours favorablement accueillie, les commentateurs critiquant ses insuffisances et son manque d'ambition (S. LEQUETTE, « La notion de contrat », *op. cit.*, n^{os} 4-5 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n^o 79) ou les incertitudes et le flou qu'elle crée, notamment quant au rapport à redéfinir entre le contrat et la convention (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 57-58).

⁹⁵⁷ V. en ce sens, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n^o 44. Déjà Rouhette rappelait que « les formules définitives n'ont pas pour vocation d'exprimer de façon encyclopédique les règles effectives » (G. ROUHETTE, « La définition du contrat et la méthode juridique française », *Droits*, 12 (le contrat), 1990, n^o 7). Il faut en effet se garder de confondre la définition du contrat et ses conditions de validité, même essentielles (J. GHESTIN, G. LOISEAU et Y.-M. SERINET, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. 1 : Le contrat - Le consentement*, *op. cit.*, n^o 52).

⁹⁵⁸ Article 1105 du code civil : « Les contrats, qu'ils aient ou non une dénomination propre, sont soumis à des règles générales, qui sont l'objet du présent sous-titre.

Les règles particulières à certains contrats sont établies dans les dispositions propres à chacun d'eux.

Les règles générales s'appliquent sous réserve de ces règles particulières. ». Cet article prévoit l'articulation entre le droit commun des contrats et le droit spécial des contrats, celui-ci étant « plus réaliste », « plus moderne », « plus pratique » que celui-là (F. COLLART DUTILLEUL et P. DELEBECQUE, *Contrats civils et commerciaux*, *op. cit.*, n^o 1). Plus généralement, sur le rapport entre droit général et droit spécial des contrats, v. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n^{os} 122-123, rappelant la place centrale du droit commun des contrats, véritable référence face à la prolifération des régimes spéciaux, tout en soulignant que tout contrat peut être soumis à des règles spéciales.

⁹⁵⁹ V. en ce sens, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n^o 207 ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 57-58.

⁹⁶⁰ Un contrat ne peut en effet être réduit aux seules obligations qu'il a pour objet. V. *infra*, §375 et l'article essentiel sur le sujet de P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *RTD civ.*, 1999, p. 771-795.

ressortir ce troisième critère pour l'intégrer à la définition du contrat, voire pour remplacer les critères traditionnels⁹⁶¹. Les intérêts des parties, qu'ils soient opposés, divergents, convergents ou simplement distincts, ne sont pas toujours facilement identifiables. De plus, le critère de l'intérêt, plus économique que juridique, paraît davantage adapté pour la classification des contrats, permettant alors de proposer de nouvelles catégories selon les intérêts en présence⁹⁶² et d'appréhender des « opérations », plus que des contrats⁹⁶³. À l'inverse, les critères classiques ont le mérite d'être constants et d'être observables de façon objective, qu'il s'agisse de la manifestation des volontés des parties au contrat ou des conséquences juridiques produites par le contrat ; plus techniques et juridiques, ils apparaissent ainsi plus adaptés pour répondre à la question de savoir si un smart contract pourrait être qualifié de contrat.

Ce sont donc les critères traditionnels qui seront affinés et appliqués aux smart contracts afin de déterminer s'ils peuvent être qualifiés de contrat.

345. Méthode. L'application des critères légaux aux smart contracts. Ainsi, l'étude s'attachera d'abord à vérifier si un smart contract résulte d'un accord de volontés (I). Ensuite, il faudra se demander si le smart contract consiste en une opération portant sur des obligations (II).

⁹⁶¹ G. ROUHETTE, *Contribution à l'étude critique de la notion de contrat*, th. Paris, 1965, n° 222 s. ; D. GALBOIS, *La notion de contrat*, *op. cit.*, n° 559 s. où la rencontre d'intérêts constitue un critère complémentaire de l'accord de volontés, jugé insuffisant à lui seul. Pour Suzanne Lequette, l'intérêt participe de la définition même du contrat, qui n'est « ni un accord de volontés ni un ensemble d'obligations », mais « la norme juridique qui opère la rencontre des intérêts des parties » (S. LEQUETTE, « La notion de contrat », *op. cit.*, n° 29). Sur ce nouveau mouvement doctrinal, se rattachant autour du concept d'intérêt réduit à un sens économique et matériel, v. M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 289.

⁹⁶² D. GALBOIS, *La notion de contrat*, *op. cit.*, nos 325-354. Sont ainsi mises en avant les figures du contrat-organisation (contrat de société) : « les parties procèdent alors non à une permutation de valeurs mais à une concentration d'actifs au sein d'une entité commune de manière à produire un effet de synergie qui profite à chacune d'entre elles » (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 50) ; et du contrat-coopération (contrat d'intérêt commun), troisième modèle de contrat où les parties « mettent en relation leurs actifs complémentaires, afin de profiter de l'effet de synergie qui peut en résulter tout en conservant leur indépendance » (*id.*). V. sur le sujet, S. LEQUETTE, *Le contrat-coopération : contribution à la théorie générale du contrat*, Economica, 2012. C'est d'ailleurs en critiquant la définition légale du contrat, en ce qu'elle ne permet pas d'appréhender la réalité plus complexe et composite des contrats, et en particulier des contrats d'intérêt commun, que Mme Lequette propose sa nouvelle définition du contrat comme la « norme juridique qui opère la rencontre des intérêts des parties » (S. LEQUETTE, « La notion de contrat », *op. cit.*, n° 29 et n° 18 pour l'analyse des insuffisances de la définition légale centrée sur les obligations, au regard des nombreuses figures contractuelles dont la finalité dépasse la simple exécution d'obligations).

⁹⁶³ Sur la notion d'opération, qui transcende celle de contrat, v. H. BARBIER, « Par-delà le contrat, l'opération », *RTD civ.*, 2018, p. 642. L'auteur montre que l'opération, « par la vision globale, économique et gestionnaire dont elle est porteuse, fait de plus en plus fortement concurrence à celle de contrat, davantage technique et juridique », en ce qu'elle permet, par exemple, d'appréhender des situations contractuelles complexes. Il nous semble que le critère de l'intérêt trouve davantage à s'appliquer pour qualifier ces opérations que pour définir le contrat, notion juridique et fonctionnelle.

I. *L'accord de volontés des parties*

346. L'accord de volontés est au cœur de la notion de contrat, il participe de son essence, tant en 1804 qu'aujourd'hui. Il constitue un élément de distinction de l'acte juridique unilatéral⁹⁶⁴ et suppose que les volontés de deux personnes, ou plus, se rencontrent. Il est donc indispensable de rechercher si ce critère peut être vérifié pour les smart contracts, si l'on entend les qualifier de contrats : c'est le prérequis de l'opération de qualification menée ici. Mais pour cela, il faut s'entendre sur ce qu'est un accord de volontés et la façon de le constater. Or, si ce critère est classique, il semble s'affaiblir à l'ère numérique et surtout, son expression change. Il faut donc pouvoir le reconnaître dans ses formes modernes. L'étude du critère classique de l'accord de volontés à l'épreuve du numérique (A) permettra ensuite d'appliquer ce critère affiné aux smart contracts (B).

A. *Le critère de l'accord de volontés à l'épreuve du numérique*

347. La persistance de l'accord des volontés. L'accord des volontés est l'un des critères essentiels de la qualification de contrat. S'il est persistant et est toujours requis pour établir l'existence d'un contrat, ce critère a tout de même connu des évolutions. Déjà, la conception même de l'accord des volontés a pu évoluer dans la doctrine, de la conception du code civil de 1804 à des lectures plus absolutistes, avant d'en revenir à une conception classique.

Ensuite, c'est surtout dans son expression que l'accord des volontés a connu des changements récents. En effet, avec le recours à l'informatique et à internet, la façon de contracter change, surtout dans le domaine des contrats de masse du commerce électronique et des services en ligne. Le recours au contrat est facilité, accéléré⁹⁶⁵, répondant à une recherche d'instantanéité notamment chez les consommateurs⁹⁶⁶. Ce changement est corrélé aux transformations de la manifestation de la volonté. Bien sûr, le principe du consensualisme autorise toute forme d'expression de la volonté. Mais en ligne, la manifestation de volonté semble perdre de son épaisseur, qu'il s'agisse de la formation des contrats électroniques avec le double-clic ou de l'acceptation des conditions générales, ou encore du recours à des objets connectés ou des agents informatisés⁹⁶⁷.

⁹⁶⁴ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 78.

⁹⁶⁵ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, p. 381 : « Il n'a jamais été aussi facile ni aussi rapide de conclure un contrat, à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit, sans avoir à se déplacer ni à se confronter à aucun interlocuteur humain. »

⁹⁶⁶ V. *supra*, sur les changements de comportement du contactant contemporain, §132.

⁹⁶⁷ Sur les agents informatisés ou *smart agents*, v. *supra*, §161 s.

Dans la perspective de rechercher si les smart contracts peuvent être qualifiés de contrat, le critère de l'accord de volontés doit être affiné au regard des évolutions évoquées, tenant tant à la conception classique de l'accord de volontés (1) qu'à l'expression de la volonté à l'ère du numérique (2).

1) *La conception classique de l'accord de volontés*

348. De la conception de 1804 à la dérive volontariste. Le code civil de 1804 faisait du contrat-échange le contrat roi, fondé sur la rencontre des volontés des contractants. Selon la formule presque sacrée de l'ancien article 1134 du code civil, « les conventions légalement formées tiennent lieu de loi à ceux qui les ont faites » – désormais retranscrit à l'article 1103 du code civil. Il résulte de ce texte que la volonté permet de créer des contrats, qui ont alors force de loi. Toutefois, ce principe est limité dans le code civil par le respect de la loi (articles 1102 et 1103, anciennement 1134), de l'ordre public et des bonnes mœurs (article 6). La lecture des articles du code civil montre que ses rédacteurs n'ont pas entendu donner plein effet à la seule volonté des parties⁹⁶⁸, suivant en ce sens Domat⁹⁶⁹.

Mais au cours du XIX^e siècle, la théorie du contrat a subi une déformation, fondée sur une lecture absolutiste de l'article 1134 du code civil et sur la philosophie volontariste de Kant. Selon cette nouvelle théorie, la volonté serait toute puissante et suffisante pour créer la force obligatoire du contrat⁹⁷⁰. L'autonomie de la volonté ainsi conçue serait alors justifiée par l'égalité de principe entre les cocontractants⁹⁷¹. Si cette théorie n'a certes été formulée dans sa

⁹⁶⁸ Y. LEQUETTE, « Libres Propos », in *Annuaire de l'Institut Michel Villey*, n° 4, *Devenirs de l'autonomie de la volonté*, Dalloz, 2012, p. 151-154 ; v. J.-E.-M. PORTALIS, « Exposé des motifs du titre préliminaire », in *Ecrits et discours juridiques et politiques*, PUAM, 1988, p. 77-78 : « Toutes ces dangereuses doctrines doivent disparaître devant la sainteté des lois. Protéger des conventions contre cette loi suprême, ce serait placer des volontés particulières au-dessus de la volonté générale, ce serait dissoudre l'État ». Mme Galbois relève très justement que « dans l'esprit des codificateurs, la tutelle étatique devait constituer la garantie de l'individu » et que, si l'autonomie de la volonté n'est pas retenue dans le code civil, c'est « parce que la volonté ne pouvait pas s'affranchir des exigences de la loi » selon les rédacteurs du code (D. GALBOIS, *La notion de contrat*, *op. cit.*, n° 9).

⁹⁶⁹ Domat estimait que « il est libre à toutes personnes capables des engagements, de se lier par toute sorte de conventions, comme bon leur semble (...) », précisant ensuite que « les promesses et les conventions qui violent les loix ou les bonnes mœurs n'obligent à rien » (DOMAT, *Traité des Loix, Chapitre V : IX et X*, cité par F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations*, *op. cit.*, p. 39-40).

⁹⁷⁰ Selon Ripert, « Pour en arriver à cette conception de la volonté souveraine, créant elle-même et par sa seule force des droits et des obligations, il a fallu que, dans l'œuvre lente des siècles, la philosophie spiritualisât le droit pour dégager la volonté pure des formes matérielles par lesquelles elle se donnait, que la religion chrétienne imposât aux hommes la foi de la parole scrupuleusement gardée, que la doctrine de droit naturel enseignât la supériorité du contrat en fondant la société même sur le contrat, que la théorie de l'individualisme libéral affirmât la concordance des intérêts privés librement débattus avec le bien public. Alors put régner la doctrine de l'autonomie de la volonté qui est à la fois la reconnaissance et l'exagération de la toute-puissance du contrat », G. RIPERT, *La règle morale dans les obligations civiles*, *op. cit.*, n° 22.

⁹⁷¹ Dès lors, dans cette vision, explique Ripert, « L'École du droit naturel a persuadé à tous que cet engagement, parce qu'il est volontaire, est nécessairement conforme à la loi morale » : tout ce qui est contractuel est le fruit de volontés

version absolutiste qu'*a posteriori* par Gounot, dans sa thèse de doctorat de 1912, pour mieux être critiquée⁹⁷², il faut lui reconnaître un fort écho et une certaine survivance dans les enseignements du droit des contrats au cours du XX^e siècle⁹⁷³. Les auteurs contemporains aspirent plus clairement à l'abandon de cette déformation absolutiste de l'autonomie de la volonté⁹⁷⁴, pour revenir à la lecture mesurée et conforme à l'esprit du code civil.

349. L'accord de volontés aujourd'hui. La doctrine contemporaine est revenue à une lecture mesurée de l'accord de volontés. Le contrat naît de l'accord des volontés des parties, qui se soumettent également aux règles de droit applicables et s'en remettent aux juridictions en cas de nécessité⁹⁷⁵. Ainsi, « il n'y a pas de contrat sans droit ni juge »⁹⁷⁶. L'accord de volontés est toujours la pierre angulaire du contrat, mais dans la limite du respect de la loi. En revanche, il importe peu que cet accord soit le fruit de volontés égales.

À l'heure où les contrats d'adhésion sont légion, l'on admet aisément qu'une volonté forte puisse s'imposer à une volonté faible et ainsi constater un accord de volontés en dépit de l'inégalité des contractants⁹⁷⁷. La catégorie des contrats d'adhésion a d'ailleurs fait son entrée

libres et égales, ce qui mène Alfred Fouillée à dire : « qui dit contractuel dit juste » ; Ripert le critique d'ailleurs vertement : « Fouillée ne prendra plus la peine de justifier l'autonomie de la volonté tant il est convaincu par l'exactitude de la doctrine », *Id.*

⁹⁷² E. GOUNOT, *Le principe de l'autonomie de la volonté en droit privé : contribution à l'étude critique de l'individualisme juridique*, th. Paris, Rousseau, 1912 ; v. aussi G. ROUHETTE, *Contribution à l'étude critique de la notion de contrat*, 1965, qui réfute la thèse de Gounot comme un travestissement de la vérité historique ; V. sur l'analyse de la naissance et l'acuité de cette théorie, V. RANOUIL, *L'autonomie de la volonté : naissance et évolution d'un concept*, PUF, 1980 ; C. PERES, « Autonomie de la volonté », in *Dictionnaire du contrat*, D. Mazeaud, R. Bofa et N. Blanc (dir.), LGDJ, 2018, p. 17 ; Y. LEQUETTE, « Libres Propos », *op. cit.* ; F. CHENEDE, « De l'autonomie de la volonté à la justice commutative, du mythe à la réalité », in *Annuaire de l'Institut Michel Villey, n° 4, Devenirs de l'autonomie de la volonté*, Dalloz, 2012, p. 155-181.

⁹⁷³ V. l'analyse de D. GALBOIS, *La notion de contrat, op. cit.* L'auteur explique que « par une sorte d'« effet boomerang », la théorie de l'autonomie de la volonté sur laquelle [Gounot] tentait de jeter le discrédit fut de plus en plus présentée, à partir des années 1930, comme la théorie classique du contrat, jusqu'à devenir la clé de voûte » du droit des contrats (n° 11). L'auteur relève (n° 8) les propos d'un comparatiste italien qui, amusé, précisait que s'agissant de l'analyse française du contrat fondée sur l'autonomie de la volonté, « toute référence est superflue : il faudrait renvoyer à la bibliothèque de la Faculté de droit tout entière ! » (R. SACCO, « Acte juridique et Rechtsgeschäft – deux voisins qui s'ignorent », in *De tous horizons : Mélanges Xavier Blanc-Jouvan*, Société de législation comparée, 2005, p. 649).

⁹⁷⁴ V. en ce sens, F. CHENEDE, « De l'autonomie de la volonté à la justice commutative, du mythe à la réalité », *op. cit.*

⁹⁷⁵ Il faut toutefois souligner le recours exponentiel en pratique à des clauses compromissaires, qui privent le juge étatique de sa compétence au profit d'arbitres privés. Sur ce phénomène, qui fait échapper nombre de contrats à la connaissance des juridictions étatiques, v. R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires, op. cit.*, spéc. n° 66.

⁹⁷⁶ J. GHESTIN, « La notion de contrat », *op. cit.*, p. 8.

⁹⁷⁷ G. RIPERT, *La règle morale dans les obligations civiles, op. cit.*, n° 57 : Ripert remarque à juste titre que, juridiquement (selon le Code civil), les adhérents « donnent un consentement qui a une valeur égale » : on ne mesure pas la force du consentement tant qu'il y en a bien deux. V. dans le même sens, P. LE TOURNEAU, « Quelques aspects de l'évolution des contrats », *op. cit.*, n° 32 : l'auteur affirme que le contrat d'adhésion est bien un contrat, car « l'adhésion demeure un acte de volonté ». Généralement, la doctrine contemporaine a rejeté la thèse anti-contractuelle du contrat d'adhésion, menée au début du XX^e siècle par Duguit et Hauriou, suivant l'idée de Saleilles selon lequel le contrat d'adhésion n'était en réalité que « des manifestations unilatérales de volontés parallèles » (v. sur le sujet, relatant l'émergence de cette analyse anti-contractuelle du contrat d'adhésion, et le rejet de cette thèse, F. CHENEDE, « Raymond Saleilles, Le contrat d'adhésion (2e partie) », *Revue des contrats*, n° 3, 2012, n° 4 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 262 s.).

dans le code civil, à l'occasion de la réforme de 2016 et de la loi de ratification de 2018, à l'article 1110, alinéa 2, par opposition au contrat de gré à gré : « Le contrat d'adhésion est celui qui comporte un ensemble de clauses non négociables, déterminées à l'avance par l'une des parties »⁹⁷⁸.

Cette reconnaissance témoigne d'un certain affaiblissement de l'expression de l'accord de volontés, qui peut également être constaté avec la standardisation des contrats, en particulier en ligne⁹⁷⁹. En effet, dans les contrats d'adhésion, le consentement est surtout concentré sur les éléments essentiels du contrat, le contractant adhérent se détournant des clauses secondaires⁹⁸⁰. La question est alors de savoir comment constater l'accord de volontés.

350. L'expression de l'accord de volontés. En pratique, il est indispensable que la volonté de chaque partie soit déclarée, c'est-à-dire manifestée, extériorisée⁹⁸¹, par chacune des personnes qui s'engagent – même si elle peut s'exprimer de façon tacite⁹⁸², tant qu'elle correspond bien à la volonté réelle de chaque contractant⁹⁸³. Pour certains auteurs, c'est là la distinction entre volonté et consentement : la volonté est interne, c'est la décision de son auteur, tandis que le consentement est l'extériorisation formelle de la volonté⁹⁸⁴.

⁹⁷⁸ Sur cette reconnaissance légale et l'évolution de la définition du contrat d'adhésion entre l'ordonnance de 2016 et la loi de ratification de 2018, afin de ne pas limiter cette catégorie aux seuls contrats de masse, v. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 468 s. ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 78 s.

⁹⁷⁹ Certains y voient un appauvrissement de l'accord des volontés, puisque l'acceptation est toujours en adéquation avec l'offre, sans contre-proposition possible. La standardisation du contrat constatée en ligne aurait ainsi pour effet de simplifier et d'appauvrir l'échange des volontés : C. MANGIN, *L'expression numérique du consentement contractuel*, *op. cit.*, n° 4.

⁹⁸⁰ V. en ce sens, T. REVET, « Une philosophie générale », *Revue des contrats*, Hors-série : « La réforme du droit des contrats : quelles innovations ? », 2016, p. 5-11. V. également, P. STOFFEL-MUNCK, « Le contenu du contrat. La révolution des clauses abusives », *op. cit.*, p. 168-169, notant le désintérêt du contractant pour les éléments non essentiels du contrat. Ce constat se renforce au sujet des contrats conclus en ligne à l'aide d'agents informatisés, témoignant ici aussi d'une volonté affaiblie du contractant mais tout de même suffisante dès lors qu'elle porte sur les éléments essentiels du contrat (S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, n°s 407-408).

⁹⁸¹ A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*, *op. cit.*, n° 9 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 147.

⁹⁸² Cette solution classique figure depuis la réforme de 2016, à l'article 1113, alinéa 2, du code civil qui dispose que la manifestation de volonté « peut résulter d'une déclaration ou d'un comportement non équivoque de son auteur ».

⁹⁸³ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 147 ; C. BRENNER et S. LEQUETTE, « Acte juridique », *in Répertoire de droit civil*, Dalloz, 2019, n°s 13-17 ; 93. La distinction entre volonté réelle et volonté manifestée fait écho aux méthodes subjective (prise en compte de la volonté interne) et objective (prise en compte de la volonté manifestée) : le droit français retient davantage un modèle subjectif, là où le modèle objectif se retrouve en droit allemand ou encore en Common Law (v. P. GAIARDO, *Les théories objective et subjective du contrat*, *op. cit.*, n°s 10-11).

⁹⁸⁴ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 204. Et v. en particulier sur le sujet : M.-A. FRISON-ROCHE, « Remarques sur la distinction de la volonté et du consentement en droit des contrats », *RTD civ.*, 1995, p. 573. L'auteur explique que la volonté est la manifestation de la liberté, l'expression de la puissance, tandis que le consentement est une soumission, une marque de faiblesse, une « sorte de capitulation par laquelle la partie baisse son pavillon et accepte de dire oui » : « Par la volonté je domine, par le consentement je me soumets » ; alors que la volonté est le signe de l'autonomie, le consentement est le signe de la vassalité.

La forme de cette manifestation est en revanche sans incidence. La volonté peut s'exprimer tacitement et résulter du comportement⁹⁸⁵, tel le contractant qui paye spontanément le prix ou qui monte dans un taxi pour une course. Lorsque la manifestation de volonté est expresse, la souplesse est la règle. L'écrit sera la forme la plus simple pour éviter tout problème d'interprétation et de preuve, mais le droit français admet facilement que la volonté soit exprimée par oral ou par voie électronique : un échange de courriers électroniques, voire quelques clics jusqu'au double-clic de validation⁹⁸⁶... Ces manipulations informatiques anodines constituent une façon valable d'extérioriser la volonté de contracter. L'expression de la volonté trouve à l'ère numérique un véritable renouveau.

2) *L'expression de la volonté à l'ère du numérique*

351. L'expression de la volonté démultipliée. Si le numérique n'a pas fondamentalement changé la façon de contracter, la technique a toutefois permis d'intensifier et de faciliter toujours plus le recours au contrat, et d'autant plus dans le domaine des contrats non négociés. Les contrats en ligne sont innombrables et leur conclusion est parfois imperceptible pour l'internaute. En écho aux changements de la pratique contractuelle, l'expression de la volonté à l'ère numérique emprunte de multiples voies nouvelles. D'un côté, l'exigence d'un double-clic vient formaliser l'expression de la volonté ; d'un autre côté, l'acceptation des conditions générales rend souvent cette expression imperceptible. Enfin, le recours à des objets connectés ou à des agents informatisés vient parfois automatiser l'expression de la volonté.

352. L'expression de volonté formalisée : le double clic. En premier lieu, les commandes et autres contrats conclus sur des sites marchands nécessitent un double clic pour être conclus, conformément à l'article 1127-2 du code civil⁹⁸⁷. Ce « double clic » est en réalité

⁹⁸⁵ Comme c'est aussi le cas en droit anglo-saxon : on recherche le critère du *mutual assent*, qui peut être manifesté en faisant une promesse ou en s'exécutant (R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 186). V. aussi, sur l'acceptation sous forme d'exécution en connaissance de l'existence d'une offre, E. MCKENDRICK, *Contract law: text, cases, and materials*, 6th ed, Oxford Univ. Press, 2014, p. 113 ; J. O'SULLIVAN, *O'Sullivan & Hilliard's The law of contract*, *op. cit.*, n° 2.85 ; E. PEEL et G. H. TREITEL, *The law of contract*, 14th ed, London, Sweet & Maxwell, 2015, n° 2.047.

⁹⁸⁶ La règle du « double clic », qui figure à l'article 1127-2 du code civil, a été mise en place pour « contrer la disparition du temps et les engagements irréfléchis » (J. ROCHFELD, « Contrat électronique », *op. cit.*). Ici, l'extériorisation de la volonté est même une condition de validité du contrat, puisque l'article prévoit que cette condition est nécessaire pour que le contrat soit « valablement conclu ». V. sur le sujet, *supra*, §123.

⁹⁸⁷ Article 1127-2 du code civil, alinéa 1^{er} : « Le contrat n'est valablement conclu que si le destinataire de l'offre a eu la possibilité de vérifier le détail de sa commande et son prix total et de corriger d'éventuelles erreurs avant de confirmer celle-ci pour exprimer son acceptation définitive ».

une expression malhabile pour désigner l'exigence d'une confirmation de l'acceptation par l'internaute non professionnel. Celui-ci doit cliquer une première fois pour valider sa commande, puis, le plus souvent après avoir renseigné un moyen de paiement⁹⁸⁸, cliquer sur un bouton de confirmation de la commande⁹⁸⁹. L'expression de la volonté est ici formalisée, notamment pour retarder le moment de la conclusion du contrat et redonner au contractant un temps de réflexion⁹⁹⁰.

353. L'expression de volonté imperceptible : l'acceptation des conditions générales.

Pour tous les contrats du commerce électronique, mais aussi pour l'utilisation des réseaux sociaux et autres plateformes en ligne, il est le plus souvent nécessaire d'accepter des conditions générales d'utilisation, de service ou de vente. En ligne, l'acceptation est généralement exprimée par un seul clic (*clickwrap agreement*⁹⁹¹), voire seulement en continuant de naviguer sur le site en question (*browsewrap agreement*⁹⁹²), sans que l'internaute ne consulte les conditions générales⁹⁹³. Le clic insouciant marque le désintérêt du contractant pour le contenu du contrat⁹⁹⁴. Et pourtant, dès le début des années 2000, une solution jurisprudentielle pratique, mais non fondée en théorie, a été établie. Dès lors que l'utilisateur peut savoir que les clauses standardisées ont vocation à faire partie du contrat et prendre connaissance de leur contenu⁹⁹⁵, le clic suffit à marquer l'acceptation des conditions générales. Cette pratique a été entérinée par les cours américaines⁹⁹⁶ et européenne⁹⁹⁷. La manifestation de volonté est ici particulièrement allégée⁹⁹⁸.

⁹⁸⁸ Il est intéressant de souligner que de plus en plus souvent, le prestataire de services ou le commerçant exige le paiement de la contrepartie monétaire lors de la conclusion du contrat en ligne. En effet, il faut presque toujours payer avant toute exécution du débiteur de la prestation principale. V. *infra*, §355.

⁹⁸⁹ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 271.

⁹⁹⁰ Sur le sujet, v. *supra*, §132 et J. ROCHFELD, « Accomplissement de certaines formalités contractuelles par voie électronique. Le temps et les formes aplatis de l'univers électronique », *RTD civ.*, n° 4, 2005, p. 843 s.

⁹⁹¹ V. *supra*, §131.

⁹⁹² V. *supra*, §131.

⁹⁹³ Sur ces « contrats emballés », imperceptibles et presque jamais lus, v. *supra*, §131.

⁹⁹⁴ V. en ce sens, E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 272.

⁹⁹⁵ F. LIMBACH, *Le consentement contractuel à l'épreuve des conditions générales: de l'utilité du concept de déclaration de volonté*, LGDJ, 2004, n° 2 ; v. aussi le même raisonnement appliqué aux réseaux sociaux (G. LOISEAU, « La valeur contractuelle des conditions générales d'utilisation des réseaux sociaux », *CCE*, 2012, comm 78) : « Pour reconnaître aux conditions générales une valeur contractuelle, la Cour de cassation requiert en effet seulement que celui auquel les clauses qu'elles comportent sont opposées ait été averti de leur existence – généralement par une stipulation du document contractuel principal renvoyant aux conditions générales – et qu'il ait pu en prendre connaissance. Il faut, mais il suffit, qu'elles soient ainsi entrées dans le champ contractuel, sans qu'il soit besoin de faire la preuve d'une acceptation spécifique. »

⁹⁹⁶ R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 186 et plus largement, l'étude N. KIM, *Wrap Contracts*, *op. cit.*

⁹⁹⁷ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 272.

⁹⁹⁸ V. également en ce sens, parlant d'un « vouloir élargi », V. GAUTRAIS, « Contrat électronique : plus de 20 ans certes mais pas encore adulte », in *Études en l'honneur du professeur Jérôme Huet : liber amicorum*, LGDJ, 2017, n° 18. L'auteur relève que la manifestation de volonté peut se matérialiser de façon très souple et qu'une « érosion peut donc être constatée ».

354. L'expression de volonté automatisée : les objets connectés et les agents informatisés. C'est parfois par le biais de techniques plus avancées que s'exprime la volonté en ligne. Ainsi en est-il du recours à des objets connectés⁹⁹⁹ et à des agents contractuels informatisés¹⁰⁰⁰ comme outil de l'expression de la volonté. Un utilisateur peut demander à son enceinte connectée d'acheter un film en VOD ou programmer son réfrigérateur intelligent pour commander du lait toutes les semaines. Dans tous les cas, la volonté proviendra initialement de l'utilisateur, mais sera véhiculée par l'objet connecté au marchand¹⁰⁰¹. Il en est de même pour un agent informatisé qu'un internaute utiliserait en ligne pour trouver la meilleure offre correspondant à ses critères ou pour participer à une enchère en ligne¹⁰⁰². En effet, c'est toujours la volonté de l'utilisateur qui s'exprime, mais la manifestation est véhiculée par un programme informatique.

355. Analyse des modes d'expression de la volonté à l'ère numérique. Il ne fait nul doute que l'accord de volontés est toujours un élément constitutif du contrat à l'ère numérique. Toutefois, son expression a changé de forme dans un certain nombre de cas et la manifestation de volonté de la part du créancier de la prestation principale est particulièrement légère. En effet, dans tous les contrats d'adhésion en ligne, qu'il s'agisse de commerce électronique ou d'accès à des plateformes, l'utilisateur ou l'acheteur ne peut qu'adhérer à des conditions générales et n'est même pas soumis à leur lecture (au mieux, il devra seulement les faire défiler). Si le désintérêt pour le contenu des conditions générales est certes palpable depuis qu'existent des conditions générales¹⁰⁰³, le numérique accentue ce phénomène. En effet, la volonté du contractant s'exprime par un simple clic, voire par un comportement d'acceptation tacite, c'est-à-dire par l'utilisation du service. L'expression de la volonté est particulièrement légère et imperceptible, relevant presque de l'automatisme. Elle suffit pourtant à lier le contractant. Le droit français a d'ailleurs entériné cette pratique puisque l'article 1119 du code civil dispose

⁹⁹⁹ V. *supra*, §146 et s.

¹⁰⁰⁰ V. *supra*, §161 et s.

¹⁰⁰¹ Sur l'analyse du rôle de l'objet connecté dans la formation du contrat, v. *supra*, §149 s. et §154 s.

¹⁰⁰² Sur l'utilisation d'un agent informatisé pour conclure un contrat, v. *supra*, §167. Il faut rappeler que le recours à ces agents n'est pas une vision futuriste. Déjà en 2000, un auteur décrivait l'hypothèse des transactions automatisées pour étudier la formation du contrat électronique : v. A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 22-23.

¹⁰⁰³ Loin d'être réservées aux contrats conclus en ligne, les conditions générales existent depuis le XIX^e siècle. Déjà, la Cour de cassation s'était prononcée sur la question de l'intégration de conditions générales dans le contrat, jugeant dans une affaire de police d'assurance que « la signature apposée par les cocontractants au bas de la police implique, de leur part, la connaissance et l'acceptation de toutes les stipulations qui l'ont précédée, sans qu'il y ait lieu de distinguer entre celles qui ont été exprimées en caractères imprimés et celles qui se trouvaient tracées à la main » : Civ., 1^{er} fév. 1853, D. 1853, 1, p. 77, cité par F. LIMBACH, *Le consentement contractuel à l'épreuve des conditions générales*, *op. cit.*, n° 118. Les conditions générales, ou clauses standardisées, proviennent du stipulant, qui a la volonté de ne pas accepter de négociation des termes des conditions générales et d'utiliser celles-ci pour plusieurs contrats à venir ; elles constituent une composante du *negotium* (*Ibid.*, n° 10).

désormais que « les conditions générales invoquées par une partie n'ont effet à l'égard de l'autre que si elles ont été portées à la connaissance de celle-ci et si elle les a acceptées »¹⁰⁰⁴... et le simple clic dans la case « j'ai lu et j'accepte les conditions générales » suffit en la matière¹⁰⁰⁵. En effet, en pratique, on considère bien que ces conditions générales en ligne sont valables et lient l'utilisateur¹⁰⁰⁶. L'accord des volontés peut ainsi être constaté grâce à un simple clic.

Certains font valoir que c'est en réalité l'exécution de la contrepartie qui permet de réaliser le consentement, le simple accord de volontés ne suffisant pas à conclure le contrat¹⁰⁰⁷. Sans aller jusqu'à retenir cette proposition faisant de l'exécution un élément constitutif du contrat, et qui reviendrait à faire entrer ces contrats dans la catégorie des contrats réels, on peut toutefois analyser l'exécution de la contrepartie par l'internaute comme la manifestation de sa volonté tacite d'adhérer au contenu du contrat. Dans le fond, l'exécution fait office de déclaration de volonté, dans un schéma où le contrat est formé et exécuté dans un même temps¹⁰⁰⁸. Mais il est difficile d'appliquer le même raisonnement dans le cas où la contrepartie est affichée comme « gratuite »¹⁰⁰⁹. Certes, l'internaute utilise le service, mais il n'aura pas conscience d'avoir exprimé sa volonté d'adhérer à l'ensemble des clauses contenues dans les

¹⁰⁰⁴ Étrangement, l'article 1119 nouveau du code civil raisonne en termes d'effectivité des clauses standardisées. C'est donc plutôt sur le terrain de l'opposabilité que sur celui de la validité que l'on doit se placer, alors même que toute la question est celle du consentement à ces clauses... Déjà les tribunaux se prononçaient sur l'opposabilité des conditions générales lorsqu'elles n'avaient pas été portées à la connaissance de l'utilisateur, sans véritablement s'intéresser au consentement en tant que tel : F. LIMBACH, *Le consentement contractuel à l'épreuve des conditions générales*, *op. cit.*, n° 125.

¹⁰⁰⁵ V. *supra*, §131 et §353.

¹⁰⁰⁶ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 272 : l'auteur relève que le seul fait de cocher la case relative aux conditions générales est a priori suffisant pour assurer leur validité, ou bien faire défiler l'intégralité du texte, ces gestes étant pourtant dénués de signification. V. aussi, R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 186 : aux Etats-Unis, les juges requièrent que une « notification effective » des clauses, ou que l'utilisateur soit mis au courant de ces clauses, par leur visibilité et par une information spéciale, du style « la navigation sur ce site entraîne l'acceptation de ses conditions générales » (passage original : «*Typically, courts have required a showing of "actual notice" of the contractual terms. Without actual notice of the contractual terms, the user must be put on inquiry notice of such terms. This typically requires that the terms be conspicuous, and effective notice be given that continued use of the website will bind the user to the terms. The Ninth Circuit recently held that conspicuous terms alone are not enough to manifest mutual assent.*»).

¹⁰⁰⁷ Selon Mme Mangin, le consentement à l'ère numérique se trouve érodé, puisqu'il ne serait réalisé que par cette exécution de la contrepartie lors de la conclusion du contrat, venant alors brouiller la frontière entre formation et exécution (C. MANGIN, *L'expression numérique du consentement contractuel*, *op. cit.*, n° 252 s.). L'auteur affirme alors que l'accord de volontés ne suffit plus à conclure le contrat, puisque la contrepartie est nécessaire et exigée par le pollicitant avant l'exécution (n° 253).

¹⁰⁰⁸ Cette lecture fait écho, en opposition aux volontaristes, aux auteurs pour qui l'exécution du contrat constituerait l'essentiel du contrat, pour qui la convention « ne serait pleinement obligatoire que lorsqu'elle aurait commencé à être exécutée » (P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 280).

¹⁰⁰⁹ « Si c'est gratuit, c'est vous le produit » : ce slogan largement répandu sur internet à la fin des années 2010 vise à attirer l'attention sur la fausse gratuité des services en ligne. En réalité, la contrepartie réside par exemple dans la libre exploitation des données de l'internaute. L'article 1107 du code civil, alinéa 2, dispose d'ailleurs que le contrat est à titre gratuit « lorsque l'une des parties procure à l'autre un avantage sans attendre ni recevoir de contrepartie ». Or, dans ces services où le client ne paye pourtant pas de somme d'argent, la contrepartie est bien réelle : les fournisseurs de services s'octroient généralement un droit d'exploiter de façon illimitée et internationale le contenu posté par l'internaute, avec une source de profit considérable à la clé, sans prendre aucunement en compte les intérêts de l'internaute, celui-ci a seulement accès au service. V. sur le sujet, G. LOISEAU, « La valeur contractuelle des conditions générales d'utilisation des réseaux sociaux », *op. cit.* ; E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, nos 266-267.

conditions générales, souvent peu intelligibles au demeurant. Il est pourtant le plus souvent lié bien plus qu'il ne le pense avec le prestataire de services¹⁰¹⁰.

356. Bilan sur l'expression de la volonté. En définitive, l'ère du numérique a accentué un phénomène de désintérêt pour le contenu du contrat, le contractant se concentrant uniquement sur l'avantage attendu du contrat, du moins dans les contrats d'adhésion. La volonté est exprimée de façon presque imperceptible en ligne, ce qui accentue ce recours facilité au contrat, sans diminuer pour autant sa force obligatoire. Cette impression de facilité se rencontre également lorsque la volonté est véhiculée par un objet connecté ou un agent automatisé, le contractant n'étant plus lui-même acteur de la conclusion du contrat. Plus encore, les pratiques du commerce électronique tendent à fondre l'exécution et la formation du contrat, en exigeant l'exécution de la contrepartie monétaire au moment de la conclusion du contrat. Ainsi, l'accord de volontés perd de son épaisseur et se constate très facilement, à deux égards. D'une part, la manifestation de volonté est, on l'a vue, extrêmement réduite – un clic suffit ! – et peut être déléguée. D'autre part, l'intelligibilité des termes contractuels ne rentre pas en compte pour reconnaître l'accord de volontés. L'utilité pratique semble prendre le dessus sur les exigences théoriques. Pour autant, l'accord des volontés doit impérativement exister et être constaté pour pouvoir vérifier l'existence d'un contrat. Le critère de l'accord de volontés ainsi précisé peut désormais être appliqué plus facilement aux smart contracts.

B. L'application du critère aux smart contracts

357. L'opération de qualification à partir de la typologie des smart contracts. L'application du critère de l'accord de volontés aux smart contracts suppose de mettre en œuvre les distinctions précédemment mises en lumière entre ces différents programmes informatiques¹⁰¹¹. En effet, l'opération de qualification n'aura pas forcément les mêmes résultats selon que l'on se trouve en présence d'un pur smart contract (1) ou bien en présence d'un smart contract d'application d'un contrat préalable (2). La question du contrat hybride, intégrant un smart contract, doit également être analysée à part entière (3). Pour chacune de ces catégories de smart contracts, il faut vérifier qu'il existe effectivement un accord de volontés

¹⁰¹⁰ Parfois, l'utilisation du réseau manifeste tacitement une volonté de rester lié au prestataire, à la suite d'une modification unilatérale des conditions générales d'utilisation (CGU) : v. l'extrait des CGU de Twitter, cité par G. LOISEAU, « La valeur contractuelle des conditions générales d'utilisation des réseaux sociaux », *op. cit.* : « l'utilisateur, « en continuant d'accéder ou en utilisant les Services après que ces changements soient entrés en vigueur » manifeste son « accord à être lié par la politique de vie privée amendée ».

¹⁰¹¹ Sur la typologie proposée, v. *supra*, §321 s.

entre les parties, ce qui n'est pas évident¹⁰¹². La souplesse dans la constatation de l'accord de volontés à l'ère numérique, du moins au stade de la qualification, permet toutefois une application facilitée du critère aux smart contracts.

1) *Les purs smart contracts*

358. Enjeu particulier. L'hypothèse est celle d'un smart contract déployé sur une blockchain sans contrat préalable entre les parties au smart contract. L'enjeu de la qualification de contrat réside par exemple dans le fondement sur lequel pourra agir la partie insatisfaite, en cas de problème lors de l'exécution du smart contract, alors même que le smart contract n'est pas entouré de clauses juridiques classiques. Prenons l'exemple d'un smart contract de loterie, où un joueur a misé et gagné. Pourtant, les fonds promis ne sont pas versés par le smart contract, en raison d'une erreur ou d'une faille. Y a-t-il un manquement contractuel ou bien une faute délictuelle de la part de l'organisateur de la loterie, ayant proposé le smart contract et promis un gain en cas de tirage gagnant ? Quel sera le dommage réparable ? Dans quelle mesure peut-on invoquer la force majeure ? On peut encore imaginer une erreur dans le code informatique qui conduit à transférer le *token* acquis à une autre adresse que celle de l'acquéreur, dans le cadre d'une vente de jetons (*token sale*). L'éventuelle qualification de contrat permettrait d'agir en responsabilité (et de se défendre, pour l'auteur du manquement) sur un terrain contractuel¹⁰¹³, plutôt que sur le terrain délictuel¹⁰¹⁴. Au-delà de la réparation du dommage, ce

¹⁰¹² V. en ce sens, R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 186 : « *one area that may be especially tricky for a smart contract is showing "mutual assent" to the contract* » (nous traduisons : un domaine qui peut être particulièrement délicat pour un smart contract est la démonstration d'un « consentement mutuel » au contrat).

¹⁰¹³ On rappellera simplement le débat doctrinal qui a conduit certains à nier le concept même de responsabilité contractuelle (en particulier M. Rémy dans son célèbre article (P. REMY, « La "responsabilité contractuelle" : histoire d'un faux concept », *RTD civ.*, 1997, p. 323). Pour un rappel du débat doctrinal et en faveur de l'affirmation de la responsabilité contractuelle, v. D. HOUTCIEFF, *Droit des contrats, op. cit.*, n° 1029 s.). Le droit positif s'inscrit en faveur de l'existence d'une véritable responsabilité contractuelle, quoique d'une nature différente de la responsabilité délictuelle (v. en ce sens, J.-S. BORGHETTI, « L'avant-projet de réforme de la responsabilité civile », *D.*, 2016, p. 1386, soulignant que ces deux ordres de responsabilité sont d'un genre différent).

¹⁰¹⁴ La responsabilité contractuelle et la responsabilité extra-contractuelle connaissent des différences de régime notables, qu'il s'agisse de l'appréciation du dommage – limité au dommage prévisible en matière contractuelle –, de la force majeure, de l'exigence d'une mise en demeure ou encore de règles de compétence juridictionnelle (sur lesquelles, v. *infra*, §678). En revanche, les responsabilités ne se distinguent plus en matière de prescription depuis la réforme de 2008, ni pour l'appréciation de la faute (M. LEVENEUR-AZEMAR, *Étude sur les clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité*, LGDJ, 2017, p. 473-475). Le projet de réforme de la responsabilité civile confirme toutefois le maintien de la distinction et signe la persistance des différences de régime, en dépit de dispositions communes qui auraient pu laisser penser le contraire (v. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n°s 897-898 ; D. MAZEAUD, « Responsabilité contractuelle et responsabilité extracontractuelle », *in Dictionnaire du contrat, op. cit.*, p. 231 ; F. CHENEDE, « Responsabilité contractuelle et responsabilité extracontractuelle : une summa divisio ? », *in Vers une réforme de la responsabilité civile française : regards croisés franco-québécois*, B. Mallet-Bricout (dir.), Dalloz, 2018, p. 31-38 ; J.-S. BORGHETTI, « L'avant-projet de réforme de la responsabilité civile », *op. cit.*).

sont les sanctions propres à l'inexécution contractuelle qui pourraient trouver à s'appliquer, afin d'apporter une satisfaction au créancier¹⁰¹⁵. Il faut alors procéder à l'analyse des purs smart contracts pour déterminer si l'on peut déceler un accord de volontés.

359. La manifestation cryptographique de volonté. L'accord de volontés peut-il être caractérisé dans un pur smart contract ? La manifestation de volonté est très claire puisqu'elle intervient par la signature cryptographique du smart contract par chacune des parties. D'abord, la signature cryptographique de la personne qui déploie le smart contract, ce qui s'apparente à une offre de contracter ; ensuite, celle de l'utilisateur qui choisit d'interagir avec le smart contract, en envoyant une transaction (signée cryptographiquement) répondant aux conditions prévues et qui marque alors son acceptation.

Reprenons les deux exemples précités. Pour le smart contract de loterie, l'offrant déploie le smart contract de loterie sur la blockchain dans une transaction qu'il signe cryptographiquement. L'utilisateur qui souhaite miser procède à l'envoi d'une transaction (également signée) qui transfère à l'adresse publique du smart contract les fonds demandés pour la mise de départ¹⁰¹⁶. Le smart contract est donc accepté par cet utilisateur, qui a commencé à s'exécuter en payant la mise de départ. Dans l'exemple de la vente de jetons, celui qui émet les jetons peut proposer un smart contract de vente de jetons. Tout intéressé peut alors envoyer à l'adresse publique du smart contract une transaction procédant au transfert de la somme en cryptoactifs correspondant au prix de vente. Il a ainsi accepté l'offre de vente en commençant à s'exécuter¹⁰¹⁷, c'est-à-dire en versant au smart contract le prix de vente.

Ainsi, chaque partie manifeste sa volonté d'exécuter le smart contract, et donc, *a fortiori*, sa volonté d'être liée par les termes du smart contract. La manifestation de volonté est établie, conformément à la liberté de la forme en ce domaine. Rien n'empêche en effet aux parties de formuler leur accord de volontés par le biais du code informatique et de leurs signatures cryptographiques¹⁰¹⁸.

360. Des purs smart contracts synallagmatiques et unilatéraux. On imagine aisément un smart contract comme une succession d'actions réciproques entre les parties : « si je te verse telle somme, alors tu me transfères la propriété de ce jeton numérique ». Le concepteur des

¹⁰¹⁵ Sur l'application des sanctions de l'inexécution contractuelle aux smart contracts, v. *infra*, §683 s.

¹⁰¹⁶ Pour rappel, le smart contract revêt souvent une fonction de dépositaire (ou séquestre, selon le terme employé en pratique) : les fonds sont stockés à l'adresse publique du smart contract, avant d'être transmis à leur créancier si les conditions sont remplies. V. *supra*, §301.

¹⁰¹⁷ Sur l'analyse de cette frontière imperceptible entre la formation et l'exécution du contrat en présence d'un smart contract, v. *infra*, §397.

¹⁰¹⁸ V. en ce sens, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 342. Sur l'analyse du rôle de la signature cryptographique, v. *infra*, §428 s.

smart contracts concevait d'ailleurs ceux-ci comme un ensemble de promesses¹⁰¹⁹. Or, si les smart contracts peuvent contenir et exécuter des obligations synallagmatiques, ils peuvent aussi ne prévoir des actions que de la part d'une partie à la transaction. Les purs smart contracts pourraient alors être qualifiés de contrats unilatéraux dès lors que n'existe d'obligation qu'à la charge d'une seule partie : « si tel évènement se produit, alors je te verserai tant »¹⁰²⁰.

Il est tout à fait envisageable ainsi de programmer un smart contract de prêt avec intérêt. Le contrat de prêt étant un contrat réel, formé par la remise du bien prêté, seul l'emprunteur s'oblige¹⁰²¹. Le smart contract contiendra ainsi plusieurs actions. D'abord, le versement des fonds en cryptomonnaie à l'emprunteur. Ensuite, le remboursement automatique par fraction, avec intérêt, déclenché à chaque période de temps écoulé. Exemple : le prêteur propose de prêter 100 ethers¹⁰²² à 1% sur 100 mois. Un utilisateur souhaite bénéficier de ce smart contract de prêt. Il va alors envoyer une demande au smart contract de prêt, ce qui déclenchera automatiquement d'une part le versement des 100 ethers (éventuellement après certaines vérifications ou fourniture de sûretés) et d'autre part, le versement programmé et échelonné dans le temps des mensualités de remboursement ; plus précisément le versement de 1,1 ether sur le compte du prêteur chaque mois.

361. Une absence d'encadrement juridique en diminution. Il faut souligner que les débuts de la technologie ont fait naître des pratiques et cas d'usage sans encadrement juridique, ce qui permet d'envisager ces illustrations reposant sur des purs smart contracts. C'est le cas de tous les smart contracts indépendants, utilisés pour des opérations entre initiés au code informatique. Mais des smart contracts intervenant dans des opérations plus complexes sont aussi concernés par cette absence d'encadrement contractuel préalable. Ainsi en était-il des premières ICOs (*Initial Coin Offerings*), où le seul document transmis pour ces levées de fonds était le *whitepaper* délivré par la société émettrice¹⁰²³. L'exemple est encore valable dans le

¹⁰¹⁹ N. SZABO, « Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets », 1996, *op. cit.* : « *A smart contract is a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on the other promises* ».

¹⁰²⁰ M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *op. cit.*, n° 18 : « *Lastly, another interesting point raised in relation to on-chain smart contracts is that they are unilateral contracts in nature. For instance, 'if X then I will pay you'. Thus the consideration for such contracts is in performance.* » (nous traduisons : Enfin, un autre point intéressant soulevé à propos des smart contracts *on-chain* est qu'il s'agit de contrats unilatéraux par nature. Par exemple, « si X, je vous paierai ». La contrepartie de ces contrats est donc l'exécution).

¹⁰²¹ Il en va différemment pour les prêts qui sont consentis par un professionnel du crédit ; ces prêts sont analysés par la jurisprudence comme des contrats consensuels, où le prêteur a alors l'obligation de remettre les fonds. V. *infra*, note 1207.

¹⁰²² L'ether est la cryptomonnaie de la blockchain Ethereum.

¹⁰²³ V. par exemple l'ICO de l'entreprise française iExec qui a eu lieu du 12 avril 2017 au 12 mai 2017 et n'était encadrée que par un *whitepaper*, qui est un document d'information (<https://iex.ec/wp-content/uploads/pdf/iExec-WPv3.0-English.pdf>). Désormais, les ICO sont, semble-t-il, encadrées par de véritables contrats, ou à tout le moins par des conditions générales. C'est du moins la pratique suivie sur la place française qui a le réflexe de recourir à des cabinets d'avocats aujourd'hui suffisamment spécialisés dans ce domaine.

nouveau domaine de la *DeFi*, la finance décentralisée, fonctionnant à l'aide de multiples smart contracts et proposant des prêts, des sûretés, des produits financiers dérivés complexes, sans pour autant fournir de documentation contractuelle.

Toutefois, la pratique a commencé à mettre en place des documents juridiques encadrant ces smart contracts¹⁰²⁴. Dans ce cas, les smart contracts ne relèvent plus de la catégorie des purs smart contracts, mais de l'une des deux autres hypothèses ci-après analysées, à commencer par celle des smart contracts d'application.

2) *Les smart contracts d'application*

362. Cas étudiés. Dans cette hypothèse, un smart contract d'application est programmé pour permettre l'exécution d'un contrat préalablement conclu. Deux situations sont alors possibles. Soit le smart contract est une simple modalité d'exécution du contrat préexistant et il n'y aura sans doute pas de nouvel accord de volontés (a). Soit le smart contract s'inscrit dans une relation contractuelle plus complexe, par exemple pour l'application d'un contrat-cadre. Le smart contract pourrait alors être porteur d'un accord de volontés autonome (b).

a) *Le smart contract d'application d'un contrat classique*

363. Le smart contract, modalité d'exécution du contrat préalable. Cette situation ne présente aucune difficulté. Le smart contract d'application d'un contrat signé entre deux parties ayant négocié les termes de l'opération¹⁰²⁵ est un simple outil informatique de mise en œuvre de ce contrat, c'est-à-dire sa modalité d'exécution. Lorsque ces parties libres et identifiées choisissent le smart contract comme mode d'exécution de leur contrat, il n'y a pas de nouvel accord de volontés entre les parties. Le smart contract est bien une *application* du contrat existant – son clone numérique selon certains¹⁰²⁶. L'exécution d'un contrat de prêt, d'un cautionnement, ou encore d'un contrat de dépôt – par exemple en consignation d'un certain montant de crypto-actifs – est tout à fait concevable par un smart contract. Les parties peuvent prévoir de n'exécuter qu'une partie de l'accord par un smart contract. C'est d'ailleurs la piste

¹⁰²⁴ Sur l'analyse correspondante, v. *infra*, §363 (pour un encadrement par un contrat complet) et §369 (pour un encadrement par des conditions générales).

¹⁰²⁵ Le scénario présenté est celui d'un contrat classique, fruit d'une négociation plus ou moins équilibrée et aboutissant à un accord de volontés.

¹⁰²⁶ B. JEAN et P. DE FILIPPI, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *op. cit.*

qui avait été suivie par Axa lors de l'expérience Fizzy¹⁰²⁷ : le voyageur assuré signait un contrat classique et payait la prime en euros ; en revanche, un smart contract était programmé pour automatiser la détection de la réalisation du risque (retard ou annulation du vol) et le déclenchement de l'ordre de paiement de l'indemnité, celui-ci relevant en réalité du système bancaire traditionnel et non d'une cryptomonnaie. Le smart contract était donc ici une application d'une partie du contrat, c'est-à-dire le mode d'exécution de certaines de ses clauses.

En définitive, même si les parties signent ensuite cryptographiquement le smart contract, cette signature ne manifeste pas un nouvel accord de volontés selon nous, puisque le smart contract est utilisé comme un simple outil et ne recouvre pas nécessairement tout l'accord préalable. Tout au plus pourrait-on y lire une réitération de la volonté déjà exprimée dans le contrat classique, mais non l'existence d'un accord de volontés autonome. Il est recommandé aux parties de mentionner le recours au smart contract dans une clause de leur contrat, ce qui permettra de prévoir certaines adaptations de régime le cas échéant¹⁰²⁸.

b) Le smart contract d'application d'un contrat cadre

364. Facteur de complication. La situation peut se compliquer lorsque le contrat en considération duquel est programmé le smart contract n'est pas un contrat classique, mais un cadre contractuel spécifique – comme par exemple un contrat-cadre, comme c'est très souvent le cas en matière de distribution, un secteur où les smart contracts pourraient avoir un grand rôle à jouer. Il faut analyser ce que constituent les smart contracts d'application dans ce contexte.

365. Le contrat-cadre. Depuis 2016, le code civil définit clairement le contrat-cadre dans son nouvel article 1111, comme un « accord par lequel les parties conviennent des caractéristiques générales de leurs relations contractuelles futures », ajoutant que « des contrats d'application en précisent les modalités d'exécution ». Ce contrat peut faire naître des obligations distinctes de celles des futurs contrats d'application, comme il peut ne prévoir aucune obligation à la charge des contractants¹⁰²⁹. Les parties fixent elles-mêmes les règles qui auront vocation à gouverner leurs contrats ultérieurs. Les contrats d'application seront ensuite conclus si un nouvel échange des consentements intervient¹⁰³⁰. Les contrats-cadres sont

¹⁰²⁷ V. *supra*, §103 et §299.

¹⁰²⁸ Sur la convention de recours au smart contract, v. *infra*, §556 et Annexe 3.

¹⁰²⁹ P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *op. cit.* ; D. GALBOIS, *La notion de contrat*, *op. cit.*, n° 712.

¹⁰³⁰ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 450 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 119.

particulièrement utilisés dans le secteur de la distribution¹⁰³¹, pour encadrer des relations avec les fournisseurs à long terme et plus généralement dans des relations commerciales établies ; mais ils touchent aussi bien d'autres secteurs, comme les transactions avec carte bancaire, l'accès à une banque de données sur abonnement, etc.¹⁰³².

366. Le smart contract d'application d'un contrat-cadre. Un distributeur pourrait tout à fait recourir aux smart contracts pour la mise en œuvre de ses relations à long terme avec ses fournisseurs. Le contrat-cadre conclu avec chaque fournisseur procède de l'accord de volontés initial. Ensuite, un smart contract pourrait être mis en place à titre de contrat d'application, par exemple, pour chaque nouvelle commande de marchandises. Il serait alors envisageable de procéder à une programmation de smart contracts successifs et évolutifs, s'exécutant les uns à distance des autres dans le temps, en application des stipulations du contrat-cadre et pour répondre de façon adaptée à la demande.

Le smart contract envisagé ici constitue davantage qu'une simple modalité d'exécution du contrat-cadre. Pour chaque smart contract, un prix est déterminé, un volume de commande est fixé, une date d'exécution est prévue. À l'instar des contrats d'application classiques qui sont des contrats distincts du contrat-cadre¹⁰³³, les smart contracts d'application dans ce contexte peuvent constituer de véritables accords de volontés à part entière, portant sur une chose et sur un prix déterminés. Ainsi, chaque smart contract exécute individuellement la prestation prévue de manière générale dans le contrat-cadre mais spécifiée dans le smart contract, tandis que le contrat-cadre contient toutes les clauses définissant et encadrant la relation contractuelle – pensons aux clauses de loi applicable, d'interprétation, d'obligations et engagements réciproques des parties, d'exclusion de responsabilité.

Il n'y a pas d'obstacle pour considérer que les smart contracts peuvent se substituer aux classiques contrats d'application. Leur adoption aurait pour conséquence des gains de temps et d'argent pour les différentes parties. En effet, les smart contracts suppriment le risque d'erreur dans les calculs des prix et des quantités, permettent l'automatisation de la formation de ces contrats et de leur exécution et offrent également la traçabilité des biens expédiés grâce à la blockchain sur laquelle ils sont déployés... Le secteur de la distribution pourrait fournir un

¹⁰³¹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 120 : « la plupart des contrats conclus entre fournisseurs et distributeurs, quelle qu'en soit la dénomination, approvisionnement exclusif, franchise..., impliquent la conclusion d'un contrat cadre (...) ».

¹⁰³² J. HUET, « Le consentement échangé avec la machine », *op. cit.*

¹⁰³³ Article 1111 du code civil : « Le contrat cadre est un accord par lequel les parties conviennent des caractéristiques générales de leurs relations contractuelles futures. Des contrats d'application en précisent les modalités d'exécution ». V. aussi, rappelant que les contrats d'application « sont distincts du contrat cadre et leur conclusion nécessite un nouvel échange des consentements », F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, p. 119.

cadre de déploiement très intéressant des smart contracts, qui sont ici des accords de volontés à part entière.

Pour aller plus loin encore, il est possible de conclure un contrat hybride.

3) *Le contrat hybride*

367. Le smart contract intégré. Dans cette troisième hypothèse, le contrat est élaboré pour intégrer le smart contract de deux façons possibles : soit, sur le fonctionnement d'un contrat ricardien, par une technique alliant langage naturel et langage informatique dans un support unique¹⁰³⁴ ; soit par l'empilement de différentes couches contractuelles formant ensemble le contrat entre les parties¹⁰³⁵. Cette technique est d'ores et déjà en développement¹⁰³⁶. L'ensemble intègre les clauses juridiques – pourquoi pas sous forme de conditions générales – et le smart contract, mais aussi éventuellement les documents relatifs aux négociations contractuelles et autres documents préparatoires. Ainsi, le smart contract se retrouve intégré dans le contrat. Il y a alors un accord de volontés unique, destiné à produire les effets juridiques recherchés par les parties. Le « smart contract intégré » ne constitue pas ici un contrat autonome, mais une composante d'un contrat qualifié d'hybride.

368. La *punctuation* par le smart contract. La métaphore de l'empilement de couches contractuelles fait écho à la notion de *punctuation*, telle que décrite par Rieg¹⁰³⁷. Dans un des sens proposés, la *punctuation* est décrite comme la formation du contrat par couches successives. Or, la pratique contractuelle contemporaine suit cette tendance d'un contrat constitué par couches, où tout un entourage contractuel est développé, comportant par exemple des études préalables, des contrats préparatoires, des annexes¹⁰³⁸. Une clause insérée dans le contrat principal permet alors d'indiquer quels sont les documents à valeur contractuelle et faisant l'objet de l'accord des volontés. À l'inverse d'une clause d'intégralité ou clause des quatre coins¹⁰³⁹, une clause de renvoi nommant précisément les documents à intégrer dans le contrat permet de s'assurer que seuls ceux-là régissent la relation contractuelle.

¹⁰³⁴ V. *supra*, §134 s., sur le contrat ricardien. Toutefois, on a vu que cette hypothèse était peu réaliste à ce jour (v. *supra*, §330).

¹⁰³⁵ V. *supra*, §331.

¹⁰³⁶ V. *supra*, §331 et en particulier l'exemple d'Open Law (www.openlaw.io).

¹⁰³⁷ A. RIEG, « La “punctuation”, contribution à l'étude de la formation successive du contrat », in *Études offertes à Alfred Jauffret*, Faculté de droit et de Science politique d'Aix-Marseille, 1974, p. 593-607.

¹⁰³⁸ P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, op. cit., n° 115.21. V. également, pour une étude sur le sujet, F. LABARTHE, *La notion de document contractuel*, LGDJ, 1994.

¹⁰³⁹ W. DROSS, *Clausier : dictionnaire des clauses ordinaires et extraordinaires des contrats de droit privé interne*, 4^e éd., LexisNexis, 2020, « Clause d'intégralité ».

À l'ère des innovations techno-contractuelles et en particulier des smart contracts, cette perspective pourrait prendre une dimension toute nouvelle. Ainsi, c'est l'intégralité des couches, y compris le smart contract, qui forment le contrat hybride. Le support contractuel est multi-couches et intègre de façon indissociable le contenu du contrat et du smart contract. L'accord de volontés unique porte ainsi sur l'ensemble de ces couches contractuelles, toutes formes confondues. Une illustration pratique prospective permet d'imaginer comment pourrait être utilisés ces smart contracts au sein d'un entourage contractuel composite : le cas des conditions générales en ligne.

369. Illustration. Conditions générales et smart contract. Les conditions générales sont des clauses le plus souvent imposées par un contractant fort à une partie faible. Si la réforme de 2016 a intégré un article 1119 dédié aux conditions générales dans la section du code civil relative à la conclusion du contrat¹⁰⁴⁰, cette disposition ne définit pas la notion et n'indique pas la nature juridique de ces clauses particulières. Il faut alors se tourner vers la doctrine. Les conditions générales peuvent être définies comme des « clauses abstraites applicables à l'ensemble des contrats individuels ultérieurement conclus, rédigées par avance et imposées par un contractant à son partenaire »¹⁰⁴¹. Elles permettent donc de fixer un cadre contractuel pour des opérations à venir et leur entrée dans le champ contractuel ne fait pas de doute¹⁰⁴². Toutefois, à la différence des contrats cadre, elles ne suffisent pas, le plus souvent, à former l'entier *negotium* du contrat¹⁰⁴³. Elles nécessitent alors un complément. Il est envisageable dans cette perspective d'utiliser des smart contracts pour compléter ces conditions générales, l'ensemble formant alors un empilement de couches contractuelles, qui sera l'objet de l'accord de volontés.

Imaginons une entreprise qui recourt à des smart contracts pour individualiser ses conditions générales d'utilisation ou de vente et automatiser l'exécution du contrat conclu avec chacun de ses clients. Ce pourrait être le cas de smart contracts proposés par la plateforme d'un prestataire de services utilisant la blockchain. Les parties (le prestataire et l'utilisateur) ne signent pas de contrat au sens le plus classique du terme. En revanche, l'utilisateur coche la

¹⁰⁴⁰ Article 1119 du code civil : « Les conditions générales invoquées par une partie n'ont effet à l'égard de l'autre que si elles ont été portées à la connaissance de celle-ci et si elle les a acceptées ».

¹⁰⁴¹ A. SEUBE, « Les conditions générales des contrats », in *Études offertes à Alfred Jauffret*, Faculté de droit et de Science politique d'Aix-Marseille, 1974, p. 622-623. V. également l'analyse de F. LIMBACH, *Le consentement contractuel à l'épreuve des conditions générales*, *op. cit.*, n° 10, qui présente les caractères des conditions générales, également appelées clauses standardisées. 1°) les conditions générales proviennent du stipulant ; 2°) volonté ferme du stipulant de ne pas accepter une négociation des termes de ses conditions générales ; 3°) possibilité ouverte d'une utilisation des conditions générales pour plusieurs contrats à venir.

¹⁰⁴² En ce sens, G. LOISEAU, « La valeur contractuelle des conditions générales d'utilisation des réseaux sociaux », *op. cit.*

¹⁰⁴³ A. SEUBE, « Les conditions générales des contrats », *op. cit.*, p. 633 : elles ne sont ni un contrat type, ni un contrat d'adhésion, mais éventuellement des suites d'un contrat. Selon l'auteur, elles présentent un caractère partiel.

case d'acceptation des conditions générales de vente ou d'utilisation et valide l'achat de la prestation de service ou du bien concerné¹⁰⁴⁴, en procédant au paiement à l'aide de son portefeuille de cryptomonnaies¹⁰⁴⁵, à destination du smart contract automatiquement généré pour permettre l'exécution automatique et instantanée de la transaction. Grâce à une interface facile d'utilisation, l'internaute pourrait signer cryptographiquement sans plus de difficulté que le double clic actuel. Tel est le scénario qui pourrait se dessiner pour une utilisation massive, commerciale et standardisée de smart contracts, sur le modèle d'un contrat hybride composé par l'adjonction des conditions générales et du smart contract adapté à chaque opération individuelle.

Cette illustration pourrait très bien trouver à s'appliquer en matière d'assurance par exemple, les produits d'assurance étant facilement personnalisables grâce à des formulaires en ligne. Mais pourquoi pas aussi pour le commerce en ligne acceptant les cryptomonnaies ? L'intérêt de la blockchain et des smart contracts ne serait pas très prégnant dans ce cadre puisqu'il ne s'agirait que d'automatiser des transactions classiques, non décentralisées, sans permettre de gain de temps particulier et sans porter sur des biens numériques : on n'y voit guère d'intérêt. En revanche, tout l'écosystème des ICO et de la finance décentralisée est en train de se structurer en encadrant de plus en plus les produits et services proposés par des « *terms & conditions* », c'est-à-dire des conditions générales, ensuite précisées par les smart contracts liant chaque utilisateur. Les fameuses *token sales* ou ventes de jetons fonctionnent aujourd'hui de plus en plus sur ce modèle. L'utilisateur voulant acheter un *token* (jeton) en passant par une plateforme proposant cette acquisition pourra alors procéder à l'acquisition en acceptant les conditions générales de vente et en payant le prix avec son portefeuille de cryptomonnaie. C'est ce que propose aujourd'hui Monoprix avec une collection de NFT artistiques¹⁰⁴⁶ ! Une fois le paiement reçu par le smart contract, la propriété du jeton lui sera transférée automatiquement.

Ainsi, le smart contract sera le support permettant de constater l'accord de volontés des parties de procéder à l'opération concernée. Pour être conforme au droit positif¹⁰⁴⁷, il sera nécessaire – et il suffira – que le smart contract fasse référence claire aux conditions générales

¹⁰⁴⁴ Le plus souvent sans avoir lu les conditions générales en question... Sur le sujet, v. *supra*, §131-132.

¹⁰⁴⁵ Une fois de plus, on constate que le smart contract contribue à renforcer le flou entre la formation et l'exécution du contrat, tel que déjà constaté pour les contrats en ligne (C. MANGIN, *L'expression numérique du consentement contractuel*, *op. cit.*, p. 252 s.). Ce phénomène sera analysé par la suite (v. *infra*, §395-397).

¹⁰⁴⁶ <https://nft.monoprix.fr> La plateforme explique toutes les étapes à suivre pour acheter son *NFT*, de la création du portefeuille de cryptomonnaie à la conclusion de la vente.

¹⁰⁴⁷ V. *supra*, §353.

afin que celles-ci soient applicables et intrinsèquement liées à cette relation smart-contractuelle¹⁰⁴⁸.

370. Si l'accord de volontés peut ainsi être fréquemment constaté dans les smart contracts, encore faut-il s'assurer que cet outil informatique peut être analysé comme une opération portant sur des obligations.

II. Une opération portant sur des obligations

371. **Remarque préliminaire. La production d'effets juridiques par un smart contract.** Le contrat est l'acte juridique par excellence. Pour qualifier le smart contract de contrat, il faut donc établir si ce programme informatique entre dans la catégorie de l'acte juridique, et pour cela préciser ce que recouvre la catégorie « acte juridique ». La *summa divisio* traditionnelle des sources d'obligations, entre acte juridique¹⁰⁴⁹ et fait juridique¹⁰⁵⁰, a été consacrée lors de la réforme du droit des obligations¹⁰⁵¹. L'acte juridique se distingue en théorie du fait juridique par la volonté de produire des effets de droit¹⁰⁵². À y regarder de plus près, la notion d'acte juridique se révèle polysémique. L'expression d'acte juridique peut être employée « pour désigner une manifestation de volonté » et « pour désigner le produit de cet acte de

¹⁰⁴⁸ Cette possibilité nous paraît tout à fait conforme à la théorie et à la pratique contemporaines. M. Limbach affirme en effet que « les conditions générales constituent une composante du *negotium* » et que « pour faire partie du contrat conclu, il est nécessaire – et suffisant – que ces clauses soient intégrées dans les déclarations de volonté des parties, ce qui peut se faire par tout moyen » (F. LIMBACH, *Le consentement contractuel à l'épreuve des conditions générales : de l'utilité du concept de déclaration de volonté*, LGDJ, 2004, n° 10).

¹⁰⁴⁹ La définition légale a été insérée à l'article 1100-1 du code civil : « Les actes juridiques sont des manifestations de volonté destinées à produire des effets de droit ». Comp., ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, op. cit., V° « acte » : « opération juridique (*negotium*) consistant en une manifestation de la volonté (publique ou privée, unilatérale, plurilatérale ou collective) ayant pour objet et pour effet de produire une conséquence juridique (établissement d'une règle, modification d'une situation juridique, création d'un droit, etc.) »

¹⁰⁵⁰ Article 1100-2 du code civil : « Les faits juridiques sont des agissements ou des événements auxquels la loi attache des effets de droit ». Comp., *Id.*, V° « fait juridique » : « fait quelconque (agissement intentionnel ou non de l'homme, événement social, phénomène de la nature, fait matériel) auquel la loi attache une conséquence juridique (acquisition d'un droit, création d'une obligation, etc.) qui n'a pas été nécessairement recherchée par l'auteur du fait (...) ».

¹⁰⁵¹ Elle figure à l'article 1100 du code civil : « Les obligations naissent d'actes juridiques, de faits juridiques ou de l'autorité seule de la loi ». Cet article est une nette amélioration par rapport au plan du code de 1804 qui n'en faisait aucune mention et consacre expressément la distinction entre fait juridique et acte juridique et vient ainsi structurer la théorie générale des obligations. V. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 43. Cette distinction existait bien évidemment avant mais n'était pas inscrite dans le code civil, alors qu'il s'agissait d'une véritable « charpente du droit des obligations » : F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 5.

¹⁰⁵² Pour les faits juridiques, la volonté n'a aucun rôle sur la production des effets juridiques, même en présence d'un fait volontaire : O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 48. M. Sériaux rappelle bien cette différence essentielle entre les faits et les actes juridiques : « ces « faits » ne portent à conséquences juridiques que si la loi en décide ainsi et non, comme en matière d'actes juridiques, la volonté des particuliers » (A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*, op. cit., n° 10). V. également, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, op. cit., n° 19.

volonté : ses effets juridiques »¹⁰⁵³. C'est précisément l'acception seconde, tournée vers le résultat, qui nous intéresse ici. Or, comment définir la production d'effets de droit ? Il est difficile d'y répondre, tant les définitions des actes ou faits juridiques ne s'arrêtent presque jamais sur l'expression¹⁰⁵⁴, précisant seulement, éventuellement, les types d'effets : créatif, déclaratif, translatif, modificatif ou extinctif¹⁰⁵⁵. Les effets de droit seraient des effets « dont on peut exiger l'exécution par le truchement d'une action en justice »¹⁰⁵⁶ : en d'autres mots, des conséquences juridiques¹⁰⁵⁷. Certains contournent la difficulté en définissant l'acte juridique comme un acte normatif¹⁰⁵⁸ : sa fonction est de créer des normes juridiques. La notion de norme juridique a l'avantage de réunir tant les obligations que les effets légaux ou conventionnels¹⁰⁵⁹, autrement dit toute règle que les parties à l'acte devront respecter. On en revient toutefois au même problème, celui de déterminer ce qu'est une norme juridique¹⁰⁶⁰. En somme, l'acte juridique, et *a fortiori* le contrat, produit une modification de l'ordonnement juridique¹⁰⁶¹, en posant des normes dont le droit assure le respect.

372. Des effets juridiques *recherchés*. Il ne faut pas négliger la place de la volonté dans la production des effets de droit d'un acte juridique : « dans l'acte juridique, l'effet de droit est perçu et recherché par son auteur »¹⁰⁶². Ce critère se retrouve de façon plus souple en droit anglo-saxon avec l'intention de créer des relations de droit (*intention to create legal relations*).

¹⁰⁵³ C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace : contribution à la théorie de l'acte juridique*, LGDJ, 2020, n° 79 s. : l'auteur développe largement le caractère polysémique de la notion d'acte juridique, qui permet de mieux comprendre pourquoi les définitions de l'acte juridique sont souvent banales et insatisfaisantes.

¹⁰⁵⁴ Si la doctrine s'étend largement sur la distinction entre fait juridique et acte juridique, c'est en revanche un silence étonnant pour définir ce qu'est un effet de droit, une conséquence juridique – ainsi que l'a également relevé M. François dans sa thèse (C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, v. spéc. n° 62, note 15 et n° 129).

¹⁰⁵⁵ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 47.

¹⁰⁵⁶ A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*, *op. cit.*, n° 9.

¹⁰⁵⁷ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « acte » (sens généraux) : « 2 (souvent nommé acte juridique). Opération juridique (*negotium*) consistant en une manifestation de la volonté (publique ou privée, unilatérale, plurilatérale ou collective) ayant pour objet et pour effet de produire une conséquence juridique (établissement d'une règle, modification d'une situation juridique, création d'un droit, etc.) (...) ».

¹⁰⁵⁸ P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *op. cit.* : selon l'auteur, la force obligatoire du contrat se résume à la création de normes juridiques ; C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n° 129 s.

¹⁰⁵⁹ Le Vocabulaire juridique définit la norme comme un « terme scientifique employé parfois dans une acception générale, comme équivalent de règle de droit (...) qui évoque (...) la valeur obligatoire attachée à une règle de conduite et qui offre l'avantage de viser d'une manière générale toutes les règles présentant ce caractère, quels qu'en soient la source (...) ou l'objet (...) » (ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « norme »).

¹⁰⁶⁰ Le recours à la contrainte, la possibilité de sanctionner le manquement sont des éléments permettant de la caractériser. V. en ce sens, C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n° 131 : « pour que l'acte puisse être qualifié de juridique, l'acte de volonté doit avoir pour objet de poser une norme *juridique*, c'est-à-dire un devoir-être sanctionnable en dernière analyse par la contrainte ».

¹⁰⁶¹ J. CARBONNIER, *Droit civil : Introduction, les personnes, la famille, l'enfant, le couple*, Quadrigue/PUF, 2004, n° 167 ; P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *op. cit.* ; v. dans le même sens, au sujet du contrat-cadre, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 119.

¹⁰⁶² O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 47, même si, précisent les auteurs, « il n'est pas nécessaire, pour que la qualification s'applique, que tous les effets de droit aient été consciemment recherchés par les volontés exprimées ».

Mais il faut préciser ce que recouvre l'intention de produire des effets juridiques et plus précisément l'expression « destiné à produire des effets de droit ». C'est la manifestation de volonté, celle qui donne naissance à l'acte juridique, qui est créatrice de la norme ainsi posée¹⁰⁶³.

Cependant, ce lien entre la manifestation de volonté et la production d'effets de droit n'est pas toujours simple à constater. Comment déterminer véritablement l'intention de créer des effets de droit ?¹⁰⁶⁴ Rappelons que ces éléments sont seulement des critères de qualification et non de validité. Il n'est pas exigé que les parties aient conscience de rechercher des effets juridiques en tant que tels. Un individu qui signe son contrat d'abonnement de fourniture d'internet sait qu'il devra payer un forfait mensuel pour avoir internet. Il n'a pas pour autant conscience des effets juridiques que le contrat va produire, mais il les a recherchés, du moins certains d'entre eux¹⁰⁶⁵ : l'obligation de payer le prix, en contrepartie de l'obligation de fournir le service demandé ; ces obligations étant sanctionnées par le droit en cas d'inexécution.

Dans un contrat, il s'agit l'*animus contrahendi* : il faut que les parties « aient eu l'intention de s'obliger par un lien de droit »¹⁰⁶⁶. Cette intention se retrouve également dans des actes juridiques unilatéraux, tel un testament figurant sur une lettre. L'auteur, même s'il ne connaît pas toutes les conséquences juridiques de ses dispositions testamentaires, aura eu l'intention de créer une norme qui devra être respectée, ici en énonçant sa volonté de répartir ses biens entre ses héritiers après sa mort. En définitive, « il faut rechercher non pas si les parties avaient envisagé d'aller devant les tribunaux en cas d'inexécution, mais si elles auraient accepté une telle éventualité si on leur avait précisément posé la question »¹⁰⁶⁷.

373. Un acte destiné à créer, modifier, transmettre ou éteindre des obligations. Le contrat, acte juridique par excellence¹⁰⁶⁸, est défini de façon plus restreinte que l'acte juridique

¹⁰⁶³ V. en ce sens, C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n^{os} 125-126 : l'acte de volonté est créateur de la norme, alors que le fait juridique correspond seulement à une norme préexistante ; *contra*, B. MORON-PUECH, *L'acte juridique, une réponse à la crise du contrat*, LGDJ, 2020, n^o 150 s.

¹⁰⁶⁴ V. sur l'incertitude quant à l'intention de créer des effets de droit, B. MORON-PUECH, *L'acte juridique, une réponse à la crise du contrat*, *op. cit.*, n^o 155 s. et sur la souplesse de la jurisprudence quant à ce critère, n^o 163.

¹⁰⁶⁵ Certes, l'auteur de l'acte n'aura pas nécessairement recherché tous les effets juridiques qui en découleront ; mais cela ne nous paraît pas empêcher la qualification d'acte juridique pour autant. V. *Ibid.*, n^o 159 sur les effets non recherchés, prônant l'abandon de ce critère faute de pouvoir le caractériser dans certains cas. Il définit l'acte juridique comme suit : « acte volontaire reconnu dans un ordre juridique comme créant une ou plusieurs normes » (n^o 289).

¹⁰⁶⁶ C'est-à-dire qu'elles aient admis l'éventualité d'être poursuivies devant les tribunaux en cas d'inexécution de leurs obligations : M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, p. 230. Cette définition est peut-être restrictive, cette éventualité n'étant pas toujours perçue, par exemple dans les contrats instantanés du quotidien ; parfois l'intention de recourir au droit est tout à fait rejetée : on pense déjà à la blockchain (v. *supra*, §19 et s. sur le rejet du droit par la blockchain).

¹⁰⁶⁷ *Id.* C'est ainsi qu'on ne trouve pas d'*animus contrahendi* dans les relations de complaisance ou de courtoisie, ou de famille.

¹⁰⁶⁸ A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*, *op. cit.*, n^o 9 ; M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n^o 19.

par le code civil : le contrat crée, modifie, transfère ou éteint des obligations... L'analyse de ce critère positiviste du contrat (A) permettra ensuite de l'appliquer de façon efficace aux smart contracts afin de déterminer s'ils peuvent être, et dans quelles limites, qualifiés de contrats (B).

A. L'analyse du critère positiviste

374. Le contrat, un acte juridique portant sur des obligations. Suivant la définition légale du contrat, le contrat est une sous-catégorie d'acte juridique, qui ne porte en principe que sur des obligations. C'est du moins ce que prévoit l'article 1101 nouveau du code civil : « Le contrat est un accord de volontés entre deux ou plusieurs personnes destiné à créer, modifier, transmettre ou éteindre des obligations ». Cette définition, bien que plus étendue que l'ancienne définition du contrat, qui le cantonnait à la création d'obligations¹⁰⁶⁹, reste donc limitée aux obligations.

Pourtant, il est certain qu'un contrat peut produire d'autres effets de droit que des obligations. Par exemple, un contrat peut créer ou transférer des droits réels¹⁰⁷⁰, ou bien créer un cadre juridique obligatoire sans obligations personnelles à la charge des parties¹⁰⁷¹ ; c'est notamment l'exemple du contrat-cadre, qui fixe des règles obligatoires qui ont vocation à s'appliquer à de futurs contrats d'application mais qui peut ne contenir aucune obligation. Ainsi, le contrat ne se résume pas à créer, modifier, transmettre ou éteindre des obligations même s'il est défini comme tel, c'est-à-dire comme une opération portant sur des obligations.

375. Le contrat, un acte créateur de normes juridiques. Une partie de la doctrine soutient que le contrat est plus largement un acte créateur de normes juridiques, reconnaissant que le contrat peut donner naissance à des effets pourvus d'une force juridique obligatoire, sans se limiter aux seules obligations¹⁰⁷². La limite serait alors la soumission de ces effets au droit

¹⁰⁶⁹ Ancien article 1101 du code civil : « Le contrat est une convention par laquelle une ou plusieurs personnes s'obligent, envers une ou plusieurs autres, à donner, à faire ou à ne pas faire quelque chose ».

¹⁰⁷⁰ Sur la question de l'obligation de donner ou effet légal du transfert de propriété, v. *infra*, §382 et note 1085.

¹⁰⁷¹ P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *op. cit.*, n° 4, affirmant que le lien contractuel n'est pas entièrement absorbé par le rapport d'obligation des parties. Pour cet auteur, le contrat peut être extinctif, translatif ou constitutif de droits ou de situations juridiques. Dans ce dernier cas, l'auteur prend pour exemple la promesse de contrat et les contrats-cadres (n°s 21-23).

¹⁰⁷² *Id.* Selon cet auteur, la création d'obligations n'est qu'un des contenus possibles du contrat qui, de toute façon, engage les parties en ce qu'il crée une nouvelle norme juridique ; v. également, J. GHESTIN, « La notion de contrat », *op. cit.*, p. 19 ; C. LARROUMET et S. BROS, *Les obligations, le contrat*, *op. cit.*, n° 58 qui soulignent que le contrat peut être créateur de droits réels ou encore translatif de droits ou d'obligations réelles. V. dans le même sens, G. HELLERINGER, « Les effets réels du contrat. Le charme discret de la continuité », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. Cartwright, B. Fauvarque-Cosson et S. Whittaker (dir.), Société de législation comparée, 2018, p. 217-238, rappelant que le contrat est un cadre obligatoire et non seulement obligationnel, apte à accueillir des effets légaux comme l'effet légal du transfert de propriété, mais aussi « les devoirs de bonne foi ou de collaboration », par exemple (p. 235). Certains estiment ainsi que la réforme a accouché d'une

objectif¹⁰⁷³. Les effets produits par l'accord de volontés des parties au contrat sont juridiques, c'est-à-dire sanctionnables par le droit. En définitive, selon l'approche normativiste¹⁰⁷⁴, le contrat se définit comme tout accord de volontés destiné à produire des normes juridiques, et notamment à créer, modifier, transférer ou éteindre des obligations. Ce prisme plus large pourra également être appliqué aux smart contracts.

B. *L'application du critère aux smart contracts*

376. Les smart contracts, des opérations portant sur des obligations ? Quel que soit le smart contract en présence, il faut rechercher s'il est susceptible de produire des effets de droit – et en particulier créer, modifier, transmettre ou éteindre des obligations. Ainsi, le critère est applicable à tous les smart contracts, indépendamment de la typologie établie (1). En revanche, les smart contracts ne sont pas capables d'exécuter toutes les obligations contractuelles ni de réaliser tous les effets juridiques que les parties à un contrat recherchent habituellement : des obstacles pratiques peuvent se présenter, que l'on peut identifier dès à présent, et qui tiennent à la possibilité d'automatiser ou non l'exécution des obligations dans le monde numérique (2).

1) *Un critère applicable à tous les smart contracts*

377. Le fonctionnement des smart contracts et la production d'effets juridiques. Ici, la distinction entre smart contract d'application, pur smart contract et smart contract intégré dans un contrat hybride ne sera pas utilisée, car c'est la production d'effets juridiques par le programme informatique lui-même qui est étudiée. Plus précisément, il s'agit de vérifier si les smart contracts peuvent créer, modifier, transférer des obligations. Pour tous les smart

nouvelle définition du contrat très inadaptée, ne prenant pas encore compte cette acception (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 79). Un auteur fait encore valoir que désormais, l'article 1101 du code civil assimile le contrat à la convention et qu'il « ne désigne plus une sous-catégorie particulière (accord créateur d'obligations), mais la catégorie générale (accord créateur d'effets de droit) » (F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats : consolidations, innovations, perspectives*, 2^e éd., Dalloz, 2018, n° 121.11) ; *Contra* : M. LATINA, « Contrat », *in Dictionnaire du contrat*, *op. cit.* : l'auteur voit toujours le contrat comme une sous-catégorie d'acte conventionnel, le changement opéré par la réforme n'étant que formel sur ce point.

¹⁰⁷³ J. GHESTIN, « La notion de contrat », *op. cit.*, p. 20, qui insiste sur le rôle du droit objectif qui reconnaît et limite le pouvoir de produire des effets de droit.

¹⁰⁷⁴ Suivant en cela Hans Kelsen, « La théorie juridique de la convention », *Archives de philosophie du droit*, 1940, p. 33-35, cité par F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 80 : le contrat est une procédure qui crée une norme : la procédure est caractérisée par un accord de volontés, et donne naissance à une nouvelle norme, la norme contractuelle. V. aussi sur le sujet, et pour une analyse similaire de l'acte juridique, comme un terme polysémique recouvrant à la fois la procédure et le résultat, C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, nos 81-82 (la polysémie de l'acte juridique) et nos 100 s. (définition normativiste du droit).

contracts, le fonctionnement technique est le même : une partie rédige ou fait rédiger le code informatique, avant de proposer la transaction sous forme de smart contract à une autre partie, identifiée en amont ou non¹⁰⁷⁵. C'est le schéma bien connu d'une offre proposée à personne déterminée ou indéterminée. La partie qui accepte le smart contract en apposant sa signature cryptographique à l'aide de sa clé privée se comporte telle une partie à un contrat, qui accepte les termes de l'accord proposé. Le programme informatique aura alors pour effet de transférer la propriété d'un actif numérique, de procéder à un paiement, ou encore d'exécuter une multitude d'actions numériques préalablement anticipées.

En somme, les parties recourent au smart contract dans le but de modifier leurs droits et obligations¹⁰⁷⁶ – peu importe ici l'existence d'un contrat en amont – et qui sont, que les parties en aient conscience ou non, des conséquences juridiques : paiement, transfert de propriété, sanction d'une inexécution, etc. La défiance que peut représenter le droit pour certains utilisateurs de la blockchain, et donc des smart contracts, ne saurait suffire à affirmer que les parties au smart contract n'ont pas recherché les conséquences juridiques des actions exécutées informatiquement. En effet, on a vu que le critère de la sanction par le droit supposait de prendre en compte le choix des parties se trouvant dans la situation de demander une telle sanction, ce qui diffère du refus abstrait et général du droit¹⁰⁷⁷. Le but recherché (faire tel paiement, obtenir le contrôle de tel actif numérique, opérer telle transaction) constitue donc un effet de droit même si les parties n'en ont pas conscience¹⁰⁷⁸. Et plus précisément, le smart contract porte le plus souvent sur des obligations.

378. Le smart contract, une opération portant sur des obligations. Illustrations. Les smart contracts sont certes un outil d'exécution. Mais au-delà, ils sont un cadre adapté pour accueillir de multiples obligations, qu'il s'agisse de les créer, les modifier, les transférer, ou les éteindre. Les fonctions du code informatique qui composent le smart contract sont en effet

¹⁰⁷⁵ V. *supra*, §96 et suivants.

¹⁰⁷⁶ V. dans le même sens, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 341 : les auteurs estiment qu'il y a bien un accord de volontés en vue de modifier les droits et obligations des parties.

¹⁰⁷⁷ V. *supra*, §372 ; et aussi, M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *op. cit.*, n° 5.3 : “*the fact that the parties do not wish to enforce their smart contracts in court is not the same as wishing that if the smart contracts end up in court, they will not be upheld by the court. In the conclusion of a smart contract, if the offer has been accepted, it has also commenced as being performed. On this basis, it is very unlikely that a reasonable party would not see this as a binding and enforceable agreement*” (nous traduisons : le fait que les parties ne souhaitent pas faire exécuter leurs smart contracts devant les tribunaux n'équivaut pas à souhaiter que si les smart contracts sont soumis au juge, ils ne soient pas confirmés par ces derniers. Lors de la conclusion d'un smart contract, si l'offre a été acceptée, elle a également commencé à être exécutée. Sur cette base, il est très peu probable qu'une partie raisonnable ne considère pas cela comme un accord contraignant et exécutoire).

¹⁰⁷⁸ M. DUROVIC et A. JANSSEN, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *op. cit.*, surtout dans les relations commerciales.

suffisamment variées pour offrir un tel éventail d'actions portant sur des obligations. Des illustrations permettent de s'en convaincre.

Ainsi, il est envisageable de programmer un smart contract afin de procéder à un prêt en cryptomonnaie et de créer ainsi une obligation de transférer les fonds et l'obligation réciproque de les restituer, avec intérêts (double création) ; pourquoi pas également de l'assortir d'une sûreté (création). La créance de restitution peut également être cédée à un nouveau créancier (transfert) ou faire l'objet d'une novation (extinction). Les parties peuvent convenir d'un contrat de prestation de services numériques contre paiement d'un forfait en cryptomonnaie (création) et de réviser le montant convenu si le prestataire ne parvient pas à mettre à disposition un niveau suffisant de services (modification). La diversité d'utilisation des smart contracts montre qu'il est possible de recourir à des smart contracts pour créer, modifier, transférer ou éteindre des obligations, et que l'outil ne sert pas uniquement à leur exécution automatique. Mais les smart contracts sont parfois porteurs d'autres types d'opérations qui ne rentrent pas dans le cadre contractuel. Il faut donc apporter une nuance.

379. Nuance. Pura smart contracts et opérations complexes. Il est en effet difficile de garder une réponse générale et uniformisée pour l'ensemble des pura smart contracts que l'on peut imaginer. Dans l'exemple d'un smart contract de loterie, le pur smart contract représente l'entier cadre de l'opération, dont les parties ont effectivement recherché les conséquences juridiques, à savoir le paiement d'une somme fixée et en contrepartie, en cas de tirage gagnant, le paiement d'un gain déterminé à l'avance. Mais le pur smart contract peut n'être parfois qu'un rouage d'une opération plus large¹⁰⁷⁹, un simple outil informatique ne produisant aucun effet juridique à lui seul. Dans ces cas, le pur smart contract n'est qu'un élément faisant partie intégrante d'une opération complexe et composite, telle qu'une organisation autonome décentralisée (DAO) ou un instrument financier dérivé utilisé au service de la finance décentralisée.

380. Bilan sur la qualification de contrat en présence d'un pur smart contract. En définitive, un pur smart contract qui intervient entre deux ou plusieurs parties et qui permet de réaliser l'entière opération voulue par les parties nous paraît pouvoir être qualifié de contrat. En effet, il y aura là la réunion des deux critères dégagés du contrat, à savoir un accord de volontés (manifesté cryptographiquement) afin de réaliser une opération portant sur des obligations. Si en revanche le smart contract programmé s'insère dans un ensemble de smart contracts afin de concourir à la réalisation d'une opération complexe sur la blockchain, le smart contract pris

¹⁰⁷⁹ Pour un panorama des utilisations possibles des smart contracts, v. *supra*, §295 et suivants, et en particulier §304-305 sur les smart contracts au sein d'un ensemble complexe.

isolément ne suffit pas à produire d'effets de droit. C'est alors l'opération dans son ensemble qui sera susceptible d'être qualifiée de contrat si elle porte effectivement sur des obligations¹⁰⁸⁰.

2) *Les obligations contractuelles susceptibles de faire l'objet d'un smart contract*

381. L'identification des obligations contractuelles exécutoires par des smart contracts. Si l'automatisation de la formation du contrat est déjà une réalité¹⁰⁸¹, il n'en est pas de même pour l'exécution des obligations qui en découlent. Les smart contracts permettent d'envisager une forte automatisation en ce domaine, mais une distinction s'impose selon l'objet de l'obligation. Le smart contract ne peut en effet pas automatiser tout type d'obligation¹⁰⁸². Prenons l'exemple simple de l'obligation de verser un prix. Avec la suppression des tiers de confiance jusque-là nécessaires pour déclencher le paiement, les smart contracts déployés sur une blockchain codent l'exécution automatique de l'obligation de payer à des conditions précises (survenance d'un terme, réalisation d'une condition ou de tout autre événement défini à l'avance) sans qu'un tiers ne soit missionné pour débloquer les fonds et sans confiance préalable particulière entre les parties. L'automatisme ne sera cependant pas complète si la condition fait référence à un événement extérieur à la blockchain. Il faudra dans ce cas qu'un oracle renseigne si la condition est vérifiée ou non¹⁰⁸³. Toutes les obligations ne pouvant pas faire l'objet d'un smart contract, il faut identifier celles susceptibles de l'être à partir de la distinction rénovée entre les obligations de faire, de donner et de ne pas faire¹⁰⁸⁴.

¹⁰⁸⁰ Par exemple, une DAO (organisation autonome décentralisée) fonctionne grâce à l'agrégation d'une multitude de smart contracts – reste à savoir comment une telle entité sera qualifiée juridiquement... (v. sur ce point, A. MAUDOUIT-RIDDE, « L'organisation autonome décentralisée (DAO) », *Bulletin Joly Bourse*, n° 3, 1^{er} mai 2018, p. 177-182 ; F. GUILLAUME et S. RIVA, « DAO, code et loi : le régime technologique et juridique de la decentralized autonomous organization », *Revue de droit international d'Assas*, n° 4, décembre 2021, p. 206-232). Par ailleurs, il faut souligner que dans le cadre de la finance décentralisée, où des milliers de smart contracts sont utilisés chaque jour pour mener à bien des opérations complexes, de plus en plus ces opérations sont contractuellement encadrées par des documents contractuels proposés par les plateformes donnant accès à ces utilisations de finance sur blockchain. On quitte alors l'hypothèse du pur smart contract. V. *supra*, §361.

¹⁰⁸¹ V. *supra*, §148 s. et §165 s. sur les outils d'intelligence artificielle au service de la formation automatisée du contrat.

¹⁰⁸² Sur le champ limité de l'action des smart contracts au monde numérique, v. *supra*, §267 s.

¹⁰⁸³ Sur l'oracle, la nécessité d'y recourir et son fonctionnement, v. *supra*, §100 s.

¹⁰⁸⁴ Bien que la distinction ait été supprimée par la réforme, la distinction demeure parfois utile, notamment pour préciser les types d'obligations contenues dans les contrats et reste largement utilisée aujourd'hui (v. sur le sujet, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 430-431 ; M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 264 s. et n° 268).

382. Les obligations de faire et de donner¹⁰⁸⁵. Le smart contract peut porter sur des obligations de faire ou de donner si celles-ci sont exécutoires dans le monde numérique. Pensons ainsi à de la location de stockage ou de puissance de calcul d'ordinateur, à l'achat de biens numériques (œuvres d'art numériques ou audiovisuelles par exemple) ou encore de toute valeur représentée numériquement¹⁰⁸⁶. L'obligation de payer le prix peut en effet être exécutée en cryptomonnaie, tandis que l'obligation liée à la prestation principale peut être exécutée numériquement en donnant accès au matériel informatique, en produisant l'œuvre numérique, etc. Le recours à des objets connectés permet également d'élargir le champ d'action des smart contracts¹⁰⁸⁷ en permettant de communiquer aux smart contracts des informations et des actions du monde *off-chain*, c'est-à-dire hors de la blockchain. Par exemple, un capteur connecté peut transmettre à un smart contract qu'une livraison a été effectuée et déclencher ainsi le paiement correspondant par le smart contract. Mais l'objet connecté ne joue alors qu'un rôle d'intermédiaire et le smart contract n'exécute que l'obligation de payer. Il est toutefois possible d'aller plus loin en utilisant des objets connectés qui exécutent dans le monde physique l'action informatiquement déclenchée par le smart contract. Ainsi en est-il d'un verrou connecté¹⁰⁸⁸ qui commanderait l'accès à un véhicule de mobilité partagée (par exemple, un scooter électrique ou une voiture électrique). Lorsque l'obligation de payer est exécutée *via* le smart contract, l'obligation de mise à disposition du véhicule peut être informatiquement exécutée par le smart contract, qui transmet l'instruction au verrou connecté. Ce dernier se déverrouille et l'utilisateur a ainsi accès au véhicule.

Si l'obligation de faire doit être exécutée dans le monde physique, comme livrer un bien matériel ou exécuter une prestation de services non informatique, ou encore payer un prix en monnaie *fiat* (euros, dollars...), l'automatisation ne sera pas possible et ne pourra pas être confiée au smart contract. Il est toujours possible de recourir à un smart contract pour

¹⁰⁸⁵ L'obligation de donner n'a en réalité guère d'épaisseur en droit français, lorsque l'on considère qu'elle s'apparente à l'obligation de transférer la propriété... qui est en réalité un effet légal du contrat de vente et qui s'opère de plein droit. Sans rentrer dans le débat sur l'existence ou non de l'obligation de donner (v. l'analyse très complète présentée par Mme Fabre-Magnan dans son manuel, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 300), nous nous contentons de la citer ici, tandis que la question du transfert de propriété par le smart contract sera traitée de façon distincte, parmi les autres effets du contrat (v. *infra*, §384). Cette analyse s'appuie également sur le droit positif, puisque l'article 1196 du code civil traite de l'effet translatif comme un effet légal des contrats ayant pour objet l'aliénation de la propriété ou la cession d'un autre droit. V. sur le sujet, G. HELLERINGER, « Les effets réels du contrat. Le charme discret de la continuité », *op. cit.*, précisant que le principe de l'effet translatif du contrat est désormais affirmé « de manière plus claire comme un effet légal du contrat », ce qui a « pour corolaire l'élimination du détour par l'obligation de donner » (p. 219 et également, au sujet de l'article 1196 du code civil, p. 221). Selon l'auteur, cette nouvelle présentation assure une meilleure compréhension des solutions, notamment au-delà des frontières (p. 231) et « traduit aussi une conception plus unitaire du contrat » en donnant une place plus nette au cadre obligatoire du contrat, au-delà des seules obligations (p. 235).

¹⁰⁸⁶ C'est là tout l'intérêt des *tokens* sur les blockchains, qui peuvent soit représenter intrinsèquement une utilité ou une valeur sur la blockchain, soit représenter numériquement la valeur d'un bien du monde réel : v. *supra*, §276 et s.

¹⁰⁸⁷ V. *supra*, §157.

¹⁰⁸⁸ Sur les objets connectés et notamment cet exemple, v. *supra*, §157-158.

déclencher les actions subséquentes ou la contrepartie de la prestation principale, mais l'exécution de l'obligation elle-même reste liée à l'action humaine et ne peut donc pas être automatisée. Ainsi, seules les obligations de faire exécutables numériquement ou à l'aide d'un objet connecté sont susceptibles de faire l'objet d'un smart contract.

Il est intéressant de noter à ce stade que l'ensemble des sanctions des obligations peuvent en principe être confiées à un smart contract, dès lors qu'elles consistent également en une action exécutable par le smart contract. Ce sera notamment le cas si le débiteur qui ne s'est pas exécuté est sanctionné par une clause pénale – il faudra toutefois que les parties aient prévu que la sanction s'exécute en cryptomonnaie. La solution est valable pour toute sanction pécuniaire d'une inexécution contractuelle¹⁰⁸⁹. La même limite s'applique pour les sanctions d'une autre nature, comme par exemple l'exécution forcée : elles ne pourront être exécutées automatiquement par le smart contract que tant qu'elles s'exercent dans le monde numérique.

383. Les obligations de ne pas faire. Les obligations de ne pas faire ne paraissent en revanche que rarement pouvoir être intégrées dans le code informatique d'un smart contract. Certes, il faut – et il suffit – que le code informatique empêche l'action de s'exécuter. Mais ce ne sera possible que si le code peut contrôler informatiquement l'objet de l'obligation de ne pas faire. Par exemple, un drone qui ne peut pas survoler une zone militaire, ou certaines zones urbaines, peut être contrôlé par un smart contract intégrant cette obligation de ne pas faire. Impossible en revanche si l'obligation de ne pas faire est exécutable uniquement par une absence d'intervention humaine. Tel est le cas, par exemple, d'une clause de non-concurrence, d'un accord de confidentialité ou autre exclusivité contractuelle, d'un cahier des charges de construction imposant de ne pas dépasser telle mesure ou de ne pas utiliser tel matériau. Le smart contract n'a aucune prise pour empêcher la violation de l'obligation de ne pas faire, s'exécutant en dehors d'une blockchain.

384. Les autres effets du contrat. L'exemple du transfert de propriété. Les contrats ne se résumant pas à leur contenu obligationnel, est-il possible d'exécuter automatiquement des effets du contrat autres que les obligations nées de l'accord de volontés ? Si le smart contract peut également produire les autres effets du contrat, il peut devenir un outil contractuel très intéressant pour les parties. De plus, si l'on retient l'approche normativiste du contrat¹⁰⁹⁰, le

¹⁰⁸⁹ Certes, l'article 1217 du code civil prévoit désormais cinq sanctions de l'inexécution totale ou partielle : refus ou suspension de l'exécution, exécution forcée en nature, réduction du prix, résolution du contrat et réparation. Toutefois, « les dommages-intérêts est la sanction la plus répandue de l'inexécution des obligations non monétaires et l'un des principaux enjeux (pour ne pas dire le principal enjeu...) d'une majorité de litiges » (Y.-M. LAITHIER, « Les règles relatives à l'inexécution des obligations contractuelles », *JCP G*, 2015, 21 (supp.), p. 47)

¹⁰⁹⁰ V. *supra*, §375.

contrat est conçu comme créateur de normes juridiques, sans distinguer leur origine obligationnelle ou légale. Si le smart contract est qualifié de contrat, il doit donc pouvoir produire ces autres effets non obligationnels.

L'exemple du transfert de propriété est le plus classique effet légal du contrat, qui intervient *solo consensu* en droit français, comme le prévoit traditionnellement l'article 1583 du code civil ainsi que l'article 1196 du même code. Dans un contrat classique, la propriété est transmise de droit à l'acquéreur une fois l'accord trouvé sur le prix et sur la chose sans matérialisation de ce transfert. Le smart contract permet de produire cet effet légal, et lui donne une nouvelle épaisseur : le transfert est informatiquement réalisé. En pratique, une transaction procède au transfert de l'actif numérique (ou de la représentation numérique de l'actif) à l'adresse publique de l'acquéreur dès que les conditions en sont remplies. C'est d'ailleurs le cas d'usage premier de la blockchain : transférer des actifs numériques de pair à pair¹⁰⁹¹. Ce transfert se matérialise par l'inscription de l'actif au compte du nouveau propriétaire. Le smart contract donne une nouvelle dimension virtuelle au transfert de propriété *solo consensu* puisqu'il permet d'inscrire automatiquement et presque instantanément cet effet de droit dans un registre immuable, la blockchain. L'opération est ainsi parée d'une meilleure sécurité juridique en rendant impossible la vente successive d'un même bien¹⁰⁹². À la fois l'acquéreur aura la preuve du transfert, et un second transfert sur le même bien sera informatiquement impossible. Le transfert juridique a lieu en même temps que le transfert numérique du bien.

385. Autres exemples. Au-delà de l'effet translatif de propriété, un contrat peut avoir des effets juridiques divers : éteindre un droit, transférer un droit réel, un droit personnel, un droit intellectuel, ou encore constituer une situation juridique (comme la création d'une personne morale, une clause de loi applicable, une clause d'arbitrage, un contrat-cadre)¹⁰⁹³. Tous ces effets sont dotés de la force obligatoire du contrat, c'est-à-dire que les parties y sont assujetties¹⁰⁹⁴. Pour ces effets, il faudra analyser au cas par cas la possibilité de les exécuter par le biais d'un smart contract. S'il est possible de programmer informatiquement l'effet voulu, alors il pourra être automatiquement exécuté par le smart contract. En revanche, on voit d'emblée qu'une clause de loi applicable, par exemple, a vocation à rester en dehors du spectre des smart contracts dès lors qu'elle n'est pas exécutable informatiquement : elle crée seulement un cadre normatif qui doit être respecté par les parties. Comme d'autres clauses dites « non-

¹⁰⁹¹ V. *supra*, §55.

¹⁰⁹² C'est d'ailleurs le problème que cherchait à résoudre les précurseurs de la blockchain : la double dépense (v. *supra*, §61).

¹⁰⁹³ P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *op. cit.*, n°s 14-23.

¹⁰⁹⁴ *Ibid.*, n° 26.

opérationnelles »¹⁰⁹⁵, elle participe à bâtir l'environnement obligatoire contractuel sans pour autant donner lieu à une exécution à proprement parler¹⁰⁹⁶.

Pour l'heure, le smart contract présente surtout une utilité évidente pour l'exécution d'obligations ou le transfert virtuel d'un droit numériquement représenté ; mais peut-être que les développements futurs de cet outil permettront de coder d'autres effets juridiques.

386. La question des effets de plein droit. Parfois, le contrat produit aussi des effets dits « de plein droit », communément compris comme des effets automatiques. C'est le cas en droit des contrats pour la compensation, la caducité, la condition, le paiement, la nullité ou encore la clause résolutoire¹⁰⁹⁷. Derrière l'effet de plein droit se cache l'idée d'une suppression de l'intervention de l'homme, qui aurait pour effet une simplification procédurale et un accroissement de la sécurité juridique¹⁰⁹⁸. Cette réflexion se retrouve fréquemment au sujet de l'automatisme promise par les smart contracts.

Or, l'effet de plein droit est avant tout l'expression de la force du droit¹⁰⁹⁹, qu'il soit prévu par la loi ou par le contrat¹¹⁰⁰. L'effet est produit sans autre volonté des parties, ni intervention de l'homme. On songe au renouvellement tacite du contrat, à la déchéance du terme, à la compensation, à la résiliation du contrat. L'effet de plein droit se réalise par lui-même. Quelle place alors pour l'effet de plein droit dans les smart contracts ? On a vu que certains effets pouvaient être transcrits informatiquement *via* le smart contract, tel le transfert de propriété d'un actif numérique¹¹⁰¹. En réalité, ce sont surtout les suites de l'effet de plein droit qui pourraient être codées dans un smart contract, puisque par définition, l'effet de plein droit se produit de lui-même. On peut songer à la résiliation ou à la déchéance du terme ; pourquoi pas encore à la compensation si les actifs en jeu dans le smart contract sont fongibles. Les conséquences doivent alors être programmées informatiquement.

Il apparaît que l'effet de plein droit n'a pas besoin du smart contract pour se produire. En revanche, le smart contract peut permettre sa transcription informatique et éventuellement l'automatisation des conséquences de ces effets. En cela, le smart contract permettrait de donner davantage de consistance à l'effet de plein droit, par la reconnaissance de sa survenance et la mise en œuvre de ses suites, sans qu'il soit besoin de recourir au juge pour le constater.

¹⁰⁹⁵ Il s'agit en effet d'une clause non-opérationnelle. V. sur la distinction, C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.*, p. 5 et *supra*, §330.

¹⁰⁹⁶ Pour une analyse des clauses qui pourront faire l'objet d'une exécution par le smart contract, v. *infra*, §456 s.

¹⁰⁹⁷ M. TIREL, *L'effet de plein droit*, Dalloz, 2018, n° 15.

¹⁰⁹⁸ *Ibid.*, n° 29.

¹⁰⁹⁹ *Ibid.*, n° 652, concluant sur l'absence de distinction, en réalité, entre l'effet de plein droit et l'effet de droit.

¹¹⁰⁰ Sur l'identification des situations de plein droit dans le contrat, ne nécessitant pas de manifestation de volonté par les parties pour se produire, v. *Ibid.*, n° 103 s.

¹¹⁰¹ V. *supra*, §384.

387. Conclusion de la section. Grâce à la typologie des smart contracts proposée et à une précision des critères de la notion de contrat, il a été possible de vérifier pour chaque catégorie si le smart contract concerné pouvait être qualifié de contrat. S'agissant du pur smart contract, il a été proposé de retenir la qualification de contrat lorsque le smart contract permet de réaliser l'entière opération voulue par les parties. C'est à cette condition que l'existence d'un contrat pourra être caractérisée. Si les smart contracts sont en revanche de simples rouages d'une opération complexe, ils ne seront pas, en tant que tels et pris isolément, des contrats. Ensuite, s'agissant des smart contracts d'application, plusieurs situations ont été analysées. Dans une situation contractuelle classique où un smart contract viendrait appliquer un contrat existant, il apparaît que le smart contract n'est pas un nouveau contrat. On peut ainsi imaginer que plusieurs smart contracts liés peuvent être déployés pour exécuter un contrat préexistant. En revanche, dans certaines situations complexes, le smart contract pourrait bien matérialiser l'accord de volontés des parties de façon autonome et constituer un véritable contrat. Ce sera le cas pour l'application d'un contrat-cadre, cas d'usage qui pourrait bien être utilisé à l'avenir, par exemple dans le secteur de la distribution. Enfin, l'intégration du smart contract à l'*instrumentum* contractuel par la technique de l'empilement de couches contractuelles pourrait être un atout de taille pour la mise en place de véritables contrats hybrides pour des opérations économiques importantes, ou même pour les contrats de masse standardisés ; on peut ainsi penser à des smart contracts automatisant une opération contractuelle encadrée par des conditions générales.

Ainsi, l'analyse a permis de découvrir trois nouvelles figures de contrat : le pur smart contract, le smart contract d'application d'un contrat cadre et le contrat hybride. À l'inverse, lorsqu'un contrat prévoit seulement l'exécution de certaines de ses obligations par un smart contract, le smart contract ne constitue qu'une modalité d'exécution et non un nouvel accord de volontés. La réalité d'un smart contract qualifié de contrat à part entière se rapproche et pose des questions importantes lorsqu'il s'agit précisément de mettre en œuvre la qualification de contrat.

Section 2 – La mise en œuvre de la qualification de contrat : l'émergence des contrats informatisables

388. Les smart contracts qualifiés de contrats : les contrats informatisables.

L'analyse a montré que dans plusieurs cas, les smart contracts pouvaient être qualifiés de contrat à part entière. À l'image des contrats conclus par voie électronique, il nous semble que ces nouveaux contrats doivent être réunis sous une appellation commune. Le terme proposé est celui de « contrats informatisables ». Cette proposition reprend l'adjectif utilisé pour traduire les *computable contracts* déjà décrits¹¹⁰² et vise à donner un terme clair, permettant de désigner sans équivoque une notion nouvelle, dont le pilier est l'informatique. Le suffixe « -able » indique une possibilité. Par exemple, une action *exécutable* est une action qui peut être exécutée¹¹⁰³. Pour les contrats informatisables, la possibilité visée par le suffixe « -able » concerne l'exécution du contrat par l'informatique. Le contrat n'est pas encore exécuté ; il peut être exécuté par informatique. C'est pourquoi nous le nommons *informatisable*.

Par hypothèse, ces nouveaux contrats identifiés ont la particularité d'être exécutés par un smart contract. Or, cette exécution est par principe irrésistible et infaillible. Les parties semblent ainsi déchargées de leurs obligations, dont l'exécution est confiée au smart contract. À première vue, cette caractéristique essentielle des contrats informatisables ne viendrait-elle par réduire la force obligatoire à peau de chagrin ? Les parties sont-elles encore *obligées*, si l'exécution relève d'un programme informatique déterministe ?

La nouvelle notion ainsi proposée doit être précisée (I) et sa caractéristique principale, l'irrésistibilité de l'exécution, doit être analysée (II).

I. La notion de contrat informatisable

389. Le double recours à l'informatique. Les smart contracts qui peuvent être qualifiés de contrats présentent des caractéristiques inhabituelles en droit des contrats, qui pourraient concourir à établir la notion nouvelle de « contrats informatisables ». Ceux-ci se distinguent des contrats classiques à deux égards : par leur mode de formation et par leur mode d'exécution. En effet, l'informatique est au cœur des contrats informatisables, tant pour leur conclusion que pour leur rédaction et leur fonctionnement. La place de l'informatique dans ces contrats

¹¹⁰² V. *supra*, §135. Cet adjectif n'est pas utilisé à notre connaissance pour évoquer des contrats aujourd'hui en droit français et pourrait ainsi trouver un nouvel emploi.

¹¹⁰³ *Dictionnaire de l'Académie française*, 9^e éd., V^o « exécutable » : « Qui peut être exécuté. Un projet facilement exécutable. Ces dispositions ne sont pas exécutables.

contribue ainsi nécessairement à la définition des « contrats informatibles » (A) mais aussi à en dessiner les contours (B).

A. La définition des contrats informatibles

390. La précision des éléments constitutifs des contrats informatibles permettra de proposer une définition (1) et d'analyser la spécificité de la notion de contrats informatibles qui en ressort (2).

1) Les éléments constitutifs des contrats informatibles

391. Le contrat informatible, un contrat informatique par sa forme. L'informatique fait partie de l'essence même du smart contract et c'est en cela qu'il peut constituer un critère à part entière de la nouvelle notion proposée. L'informatique est en effet la langue utilisée pour le contrat et en même temps son support. En effet, en incluant un smart contract, le contrat informatible est nécessairement rédigé en tout ou partie sur un support qui puisse être lu par un ordinateur et par hypothèse, en code informatique. Dans le cas d'un pur smart contract ou d'un smart contract d'application d'un contrat cadre, le contrat informatible est entièrement rédigé en code informatique. Pour le contrat hybride en revanche, seule la couche smart contractuelle est rédigée en code informatique. Selon ce premier critère, le contrat est dit informatible lorsqu'il est rédigé en code informatique, du moins en partie.

392. Le contrat informatible, un contrat informatique par son mode d'exécution. Dans tous les cas, le smart contract est exécutable par informatique, en particulier par un ordinateur virtuel lorsqu'il est déployé sur une blockchain, par exemple l'*EVM (Ethereum Virtual Machine)* sur Ethereum¹¹⁰⁴. Il a été programmé en code informatique précisément pour être lisible et compréhensible par tout ordinateur... et pour être exécutable informatiquement. Le support et la langue utilisés permettent de transmettre les instructions nécessaires à l'exécution du smart contract et donc, ici, du contrat. Selon ce second critère, le contrat est dit informatible lorsqu'il est exécutable par un programme informatique. Il nous semble que la mention de la blockchain n'est pas nécessaire dans la notion de contrat informatible, afin de

¹¹⁰⁴ Sur les explications relatives à la programmation du smart contract en code informatique et à son exécution, v. *supra*, §236 et §269.

rester technologiquement neutre¹¹⁰⁵, et ainsi laisser place à de possibles évolutions de la technologie.

393. Analyse. Un degré supérieur de l'évolution du contrat à l'ère numérique est désormais acquis. Il ne s'agit pas seulement d'utiliser les moyens électroniques pour servir de mode de conclusion du contrat comme avec le contrat conclu par voie électronique¹¹⁰⁶. Celui-ci n'est en effet spécifique que pour son mode de conclusion¹¹⁰⁷ qui conduit à exiger le respect de certaines conditions de forme¹¹⁰⁸. Cela constituait déjà une avancée du droit français qui admettait ainsi que le support du contrat soit dématérialisé.

Avec le contrat informatisable, l'informatique devient indissociable du contrat et en constitue un élément essentiel. Il faut rappeler que la possibilité de procéder à des opérations exclusivement sur support et en langage informatiques avait été amorcée avec l'EDI¹¹⁰⁹, mais cette évolution est restée très cantonnée au monde de la distribution et aux relations entre professionnels. Les smart contracts poursuivent l'évolution en franchissant une nouvelle étape. L'accord de volontés peut porter sur un contrat rédigé entièrement ou en partie en langage informatique et s'exécuter grâce au support utilisé.

394. Définition des contrats informatisables. Au regard de ce qui précède, le contrat informatisable peut être défini comme un « contrat en tout ou partie rédigé en code informatique et exécutable informatiquement ».

La spécificité des contrats informatisables est désormais perceptible.

2) *La spécificité des contrats informatisables*

395. Identification de la spécificité des smart contracts qualifiés de contrats. La dimension de l'exécution vient rejoindre la formation du contrat dans la définition de la nouvelle notion de contrat informatisable. C'est précisément ce qui fait la spécificité des smart contracts qualifiés de contrats. Ils incorporent dans un même support le *negotium* et le mode

¹¹⁰⁵ V. *supra*, §33.

¹¹⁰⁶ V. *supra*, §125.

¹¹⁰⁷ Articles 1125 à 1127-4 du code civil.

¹¹⁰⁸ Articles 1174 à 1177 du code civil.

¹¹⁰⁹ L'innovation était différente des contrats conclus par voie électronique puisque l'on a admis que des transactions soient passées exclusivement par l'envoi électronique d'informations normées, en application d'un contrat-cadre : ces transactions exclusivement informatiques, tant dans leur rédaction que dans leur formation, sont similaires à des contrats d'application. V. *supra*, §110 s.

d'exécution du contrat. S'opère ainsi une sorte de fusion de l'exécution et de la formation du contrat, dépassant la distinction classique en la matière.

396. La distinction classique de la formation et l'exécution du contrat.

Traditionnellement, la formation et l'exécution du contrat sont deux éléments temporels distincts dans la vie du contrat, traités séparément¹¹¹⁰. Si cette distinction temporelle a tendance à s'estomper, c'est surtout dans le cadre des contrats à exécution immédiate et des contrats d'adhésion : certains parlent alors de temps aplati dans le contrat, où le temps de l'engagement est peu palpable et l'exécution immédiate¹¹¹¹. De plus, l'*instrumentum*¹¹¹² du contrat ne permet traditionnellement pas d'exécuter le contrat. Il est seulement porteur du *negotium*¹¹¹³, c'est-à-dire du contenu du contrat, autrement dit de l'accord de volontés et des obligations mises à la charge des parties, entre autres clauses. Le mode d'exécution y est étranger, car il relève le plus souvent d'une action des parties : émettre un paiement, remettre un bien, etc. ; ou encore d'un effet légal, lorsqu'il s'agit par exemple de conférer un droit réel¹¹¹⁴. Il existe donc traditionnellement une distinction temporelle, formelle et substantielle entre la formation et l'exécution du contrat.

397. La réunion des modes de formation et d'exécution du contrat informatisable au sein d'un *instrumentum* unique. Dans le cadre des smart contracts qualifiés de contrats, c'est-à-dire les contrats informatisables, le *negotium* est inextricablement lié à l'*instrumentum*, lequel porte en lui-même à la fois les termes de l'accord et les moyens de l'exécuter. C'est tout l'avantage du programme informatique auto-exécutant. Ainsi, dans les cas où il est un contrat à part entière, l'*instrumentum* smart contract procède à une réunion de l'accord de volontés et

¹¹¹⁰ Sur le sujet, v. O. PENIN, *La distinction de la formation et de l'exécution du contrat : contribution à l'étude du contrat acte de prévision*, LGDJ, 2012, n° 79. Selon l'auteur, distinguer entre la formation et l'exécution du contrat, c'est « différencier les deux de telle sorte que l'exécution se voit refuser tout pouvoir créateur dans le processus contractuel » : « l'exécution n'existe qu'autant qu'elle est une mise en œuvre fidèle de ce qui a été formé ». L'auteur relève que seules quelques exceptions portent atteinte à cette distinction, telle que la modification du contrat en cours d'exécution, par exemple en cas d'adaptation face à un événement de force majeure.

¹¹¹¹ J. ROCHFELD, *Les grandes notions du droit privé*, PUF, 2013, p. 447-449. Dans son chapitre sur le contrat, l'auteur étudie l'inscription du contrat dans le temps et estime que « la sphère des contrats conclus à distance (...) offre un champ étendu à ce consentement éclair, selon un « temps aplati » », déjà constaté avec « l'acceptation d'un contenu contractuel en un trait de temps » dans les contrats d'adhésion.

¹¹¹² ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Instrumentum » : « terme latin signifiant « document », « pièce », utilisé pour désigner dans un acte juridique l'écrit qui le constate, par opposition au *negotium* ».

¹¹¹³ *Id.*, V° « Negotium » : « terme latin, signifiant « occupation », « affaire », utilisé pour désigner, dans l'acte juridique, l'opération en laquelle il consiste, par opposition à *instrumentum*, écrit qui le constate ».

¹¹¹⁴ Tous ces éléments relèvent de la force obligatoire du contrat, sans être nécessairement des obligations : P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *op. cit.*

de ses effets dans un même support¹¹¹⁵, puisqu'il suffira de déployer le smart contract pour qu'il puisse commencer à s'exécuter.

Dans le cadre des purs smart contracts indépendants et des smart contracts d'application d'un contrat-cadre, il n'est pas possible de concevoir le *negotium* sans l'*instrumentum*. Dès lors que le smart contract *est* un contrat, son *instrumentum* est la condition d'existence de son *negotium* : les deux ne font plus qu'un. Aucun autre mode d'expression d'un smart contract n'est possible... qu'un smart contract ; c'est bien dans le programme informatique que se trouve le contenu essentiel du contrat auquel les parties ont consenti. Avec le contrat hybride, cette réunion est plus morcelée car elle peut s'effectuer par le biais des couches contractuelles, qui sont donc plusieurs parties de l'*instrumentum* permettant ensemble de réunir l'entier *negotium*.

Surtout, le contrat informatisable permet une réunion du mode de formation et du mode d'exécution du contrat. Il ne s'agit pas nécessairement d'une fusion temporelle, de temps aplati comme pour les contrats instantanément exécutés. L'exécution peut avoir lieu bien plus tard ; ce qui est essentiel, c'est qu'elle est comprise en germe dans l'*instrumentum* du contrat lui-même. ***Le support informatique que constitue le smart contract est le mode d'exécution du contrat.*** C'est une véritable nouveauté : le support écrit du contrat *est* en même temps son mode d'exécution. En vain cherchera-t-on à y voir des précurseurs. Le contrat à exécution instantanée de la vie quotidienne n'a pas d'*instrumentum*. L'achat de la baguette de pain ou du journal au stand de presse ne repose pas sur les termes d'un accord écrit et accepté, seulement sur un accord oral et une exécution matérielle spontanée et immédiate. Pour le distributeur automatique, d'aucuns ont montré qu'il n'y avait pas là de véritable contrat¹¹¹⁶. Si l'on voulait voir une offre et une acceptation et donc la formation d'un contrat lors de l'insertion de la pièce dans le distributeur, toujours est-il que la machine ne propose pas d'*instrumentum* de l'accord. Avec les contrats informatisables, c'est bien l'*instrumentum*, rédigé en tout ou partie en code

¹¹¹⁵ V. dans le même sens, K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.*, p. 3 : “*smart contracts aim to collapse contract formation and enforcement into a single instrument. This stands in contrast to the way traditional contracts are enforced*” (nous traduisons : Les smart contracts visent à regrouper la formation et l'exécution des contrats en un seul instrument. Cela contraste avec la manière dont les contrats traditionnels sont exécutés). V. dans le même sens, S. COHNEY et D. A. HOFFMAN, « Transactional Scripts in Contract Stacks », *op. cit.*, p. 42 : “*it is the expressed performance itself, fixed contemporaneously with agreement*” (nous traduisons : c'est la performance exprimée elle-même, fixée en même temps que l'accord) ou encore J. M. SKLAROFF, « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *op. cit.*, p. 276 : « *smart contracts are more like apps than contracts, fully collapsing the distinction between agreement formation and execution* ».

¹¹¹⁶ Contre la qualification de contrat, v. E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 5. L'auteur soutient qu'il ne s'agit pas d'un contrat, car d'une part il ne suffit pas d'intégrer une logique commerciale dans un automate pour en faire un contrat et que d'autre part, les distributeurs sont techniquement incapables d'intégrer nombre de clauses contractuelles, comme les clauses d'exclusion de garanties, etc. Duguit refusait également cette qualification de contrat pour le distributeur automatique (v. sur le sujet, F. CHENEDE, « Raymond Saleilles, Le contrat d'adhésion (2e partie) », *op. cit.*, n° 4).

informatique, qui constitue à la fois le mode de formation et le mode d'exécution du contrat. Il est désormais nécessaire de préciser les contours de la notion de contrat informatisable.

B. Les contours de la notion de contrat informatisable

398. Précisions sur les smart contracts inclus dans les contrats informatisables. Les contrats informatisables répondant à la définition proposée sont tous les cas de smart contracts pouvant être qualifiés de contrats à part entière, suivant notre analyse¹¹¹⁷. Il s'agit des purs smart contracts qui constituent l'entière opération recherchée par les parties, et ne constituant donc pas un simple rouage au sein d'une opération plus complexe. Sont également inclus tous les smart contracts constituant des contrats d'application d'un contrat cadre. Et enfin, peuvent être qualifiés de contrats informatisables tous les contrats hybrides constitués à la fois d'éléments en langage juridique classique et en langage informatique, qu'il s'agisse d'un contrat du style ricardien ou d'un empilement de couches contractuelles. Dans ce dernier cas, l'exemple typique est celui d'un smart contract permettant de conclure un contrat dont le cadre est régi par des conditions générales (bien souvent en anglais, des *terms & conditions*).

399. Contrats informatisables et *smart legal contracts*. Il faut noter que la notion proposée fait écho à celle de « *smart legal contracts* », initialement proposée par un avocat anglo-saxon et souvent reprise¹¹¹⁸. Si la typologie telle qu'elle était décrite et distinguant *smart legal contracts* et *smart contract code* ne nous a guère convaincue¹¹¹⁹, la proposition de la Commission des lois du Royaume-Uni, qui reprend exclusivement l'expression de « *smart legal contracts* », relève d'une analyse poussée. C'est en effet un rapport très détaillé qui a été publié en novembre 2021 au sujet des *smart legal contracts*¹¹²⁰, afin d'étudier cette catégorie particulière de smart contracts et l'application des règles de *Contract Law* à ceux-ci. Selon ce rapport éponyme, un *smart legal contract* est défini comme « *a legally binding contract in which some or all of the contractual obligations are defined in and/or performed automatically by a computer program* »¹¹²¹, c'est-à-dire un contrat juridiquement contraignant dans lequel certaines ou toutes les obligations contractuelles sont définies dans et/ou exécutées automatiquement par un programme informatique.

¹¹¹⁷ V. *supra*, §357 s. et §376 s.

¹¹¹⁸ J. STARK, « Making Sense of Blockchain Smart Contracts », *op. cit.*, notamment repris dans l'article abondamment cité C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.*

¹¹¹⁹ V. *supra*, §320.

¹¹²⁰ LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*

¹¹²¹ *Ibid.*, n° 1.2.

La notion de contrats informatisables paraît donc pouvoir trouver son équivalent anglais avec la notion de *smart legal contracts*.

400. Contrats informatisables et catégories classiques de contrats. Les classifications légales des contrats sont multiples¹¹²² : synallagmatique ou unilatéral, à titre onéreux ou à titre gratuit, commutatif ou aléatoire, consensuel, solennel ou réel, de gré à gré ou d'adhésion, ou encore, conclu par voie électronique. Un contrat peut se glisser dans de multiples catégories, parfois complémentaires, qui permettent de déterminer les règles applicables aux contrats concernés. Il en est de même pour l'objet de l'étude : un contrat informatisable peut sans difficulté être synallagmatique ou unilatéral, à titre onéreux ou à titre gratuit, commutatif ou aléatoire, ou encore de gré à gré ou d'adhésion. Ainsi peut-on imaginer un smart contract utilisé pour un contrat de prêt de cryptomonnaie (contrat unilatéral et éventuellement négocié ; ou, en cas de prêt consenti par un professionnel du crédit, contrat synallagmatique, le plus souvent d'adhésion), un contrat d'assurance (aléatoire et d'adhésion), un contrat de location d'espace de stockage proposé par un professionnel à des particuliers (contrat synallagmatique d'adhésion).

401. Des contrats informatisables d'adhésion. Cette dernière catégorie des contrats d'adhésion¹¹²³ est susceptible de souvent accueillir des contrats hybrides ou des contrats avec smart contracts d'application. En effet, il paraît probable que des contrats de masse d'adhésion, très souvent conclus par voie électronique aujourd'hui, prennent la voie des contrats informatisables, ou à tout le moins d'une exécution par smart contract, dont la standardisation pourrait permettre de réduire les coûts de programmation. Les conditions générales foisonnent d'ores et déjà pour encadrer les opérations du commerce électronique¹¹²⁴. Elles seront très certainement développées par des plateformes proposant des smart contracts pour accéder à des services sur une blockchain, et pourraient ainsi former un ensemble contractuel informatisable, c'est-à-dire un contrat hybride¹¹²⁵. De véritables contrats informatisables d'adhésion pourraient donc se multiplier à l'avenir et il est indispensable de garder à l'esprit les dispositions protectrices du droit civil, et le cas échéant du droit de la consommation, pour protéger le contractant adhérent face au contractant rédigeant ou proposant le contrat hybride. Il est aussi envisageable de voir se déployer nombre de purs smart contracts d'adhésion, puisque l'offre de

¹¹²² La réforme de 2016 a réécrit les articles classifiant les contrats en précisant les catégories existantes et en ajoutant des catégories connues de la doctrine et de la jurisprudence, comme celle des contrats réels, solennels et réels, ou encore la distinction entre contrat d'adhésion et contrat de gré à gré (articles 1106 à 1110 du code civil).

¹¹²³ V. *supra*, sur l'analyse du contrat d'adhésion comme véritable contrat, et sur l'insertion de la catégorie dans le code civil par la réforme de 2016, §349.

¹¹²⁴ V. *supra*, §131-132.

¹¹²⁵ Pour des illustrations, v. *supra*, §369.

smart contract sera proposée « à prendre ou à laisser ». On peut encore penser à des contrats d'adhésion entre professionnels, sans être des contrats de masse, où l'un impose le contenu à l'autre, ainsi que le recours à un smart contract d'application pour en exécuter certaines clauses, mais il ne s'agit alors pas de contrats informatibles dans ce dernier cas.

L'étude des règles applicables aux smart contracts devra nécessairement prendre en compte les éléments de régime propres aux contrats d'adhésion.

402. Les incertitudes. Il est en revanche plus difficile d'affirmer d'emblée qu'un contrat informatible puisse être un contrat consensuel comme un contrat réel ou un contrat solennel, en raison des particularités tenant à sa forme et à son mode de formation, lequel ne se résume d'ailleurs pas à celui du contrat conclu par voie électronique. L'étude des règles applicables à la formation du contrat informatible permettra de déterminer à quelle catégorie appartient le contrat informatible¹¹²⁶. De manière générale, la classification des contrats informatibles dépendra des contrats considérés en particulier et *in concreto*.

En tout état de cause, l'article 1105 du code civil permet de rappeler que les règles communes à tous les contrats ont vocation à s'appliquer, si un régime particulier n'y déroge pas¹¹²⁷. Quant aux spécificités éventuelles de régime des contrats informatibles pris comme un ensemble, elles seront le cas échéant décelées lors de l'étude du régime¹¹²⁸.

403. Cette perspective vient enrichir et élargir les horizons de la notion de contrat. Désormais, un instrument unique pourra être reconnu à la fois comme porteur de l'accord de volontés des parties et comme outil de mise en œuvre de son exécution. Leur utilisation pourrait bien devenir une réalité quotidienne. Or, les contrats informatibles présentent une caractéristique spécifique et essentielle : l'irrésistibilité de leur exécution. Comment analyser cette caractéristique au regard de la théorie classique du contrat, en particulier de la force obligatoire ?

¹¹²⁶ V. *infra*, §429.

¹¹²⁷ Article 1105 du code civil : « Les contrats, qu'ils aient ou non une dénomination propre, sont soumis à des règles générales, qui sont l'objet du présent sous-titre.

Les règles particulières à certains contrats sont établies dans les dispositions propres à chacun d'eux.

Les règles générales s'appliquent sous réserve de ces règles particulières ».

¹¹²⁸ C'est l'objet de la seconde partie de l'étude.

II. *L'analyse de la caractéristique essentielle des contrats informatisables*

404. Une exécution irrésistible prévue dans l'*instrumentum* du contrat. Les contrats informatisables sont caractérisés par l'incorporation de leur mode d'exécution dans l'*instrumentum* du contrat, puisque le smart contract, qui compose en tout ou partie le contrat informatisable, est déterministe¹¹²⁹, l'exécution du contrat informatisable est par principe inéluctable, irrésistible.

Dans ces conditions, est-on encore obligé lorsque les obligations doivent être exécutées par un programme informatique irrésistible ? Classiquement, la perspective d'une sanction et d'une contrainte anime la force obligatoire traditionnelle, *via* le recours possible à l'exécution forcée. Mais cette perspective semble remplacée par l'automatisme et l'irrésistibilité de l'exécution du smart contract, qui rendrait inutile tout recours à l'exécution forcée pour les contrats informatisables. Cet outil vient-il remplacer la force obligatoire ? En est-il une nouvelle expression ? Pour pouvoir mener cette analyse, il faut brièvement rappeler la teneur de la force obligatoire en droit des contrats.

405. La force obligatoire en droit des contrats. La force obligatoire trouve son fondement légal à l'article 1103 du code civil, selon lequel « les contrats légalement formés tiennent lieu de loi à ceux qui les ont faits »¹¹³⁰. La force obligatoire est ainsi la traduction de la maxime *pacta sunt servanda*, qui prescrit le respect de la parole donnée¹¹³¹, en lui donnant la même force qu'une obligation légale¹¹³². Si la force obligatoire irrigue l'ensemble du cadre normatif que forme le contrat¹¹³³, elle s'exprime tout particulièrement dans les obligations

¹¹²⁹ Cela signifie qu'il exécute tout le code, mais rien que le code (v. *supra*, §164 et §266).

¹¹³⁰ En effet, la force obligatoire du contrat vient « de la valeur que la loi attribue à la promesse » légalement formée (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 127).

¹¹³¹ F. TERRE, « Présentation », in *Archives de philosophie du droit*, n° 44 : *L'obligation*, Dalloz, 2000 ; A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*, *op. cit.*, n° 15. La force obligatoire est l'essence même des contrats selon M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 124 : « un accord non obligatoire ne pourrait pas être juridiquement qualifié de contrat ».

¹¹³² F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 721. Les auteurs rappellent que la maxime *pacta sunt servanda* est le fondement moral de la force obligatoire du contrat ; dans le même sens, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 268.

¹¹³³ Cette conception se retrouve tant dans la doctrine française que dans la doctrine anglo-saxonne (P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », 1999, *op. cit.* ; D. KIMEL, *From promise to contract: towards a liberal theory of contract*, Hart, 2003, p. 57). Pour des développements sur le sujet en droit français, v. *supra*, §375. Le terme « obligatorité » permet aussi de désigner cette force obligatoire du contrat. V. ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « obligatorité » : « qualité de ce qui est obligatoire ; pouvoir d'obliger inhérent à la règle de droit ». L'expression est particulièrement utilisée dans l'article de M. Ancel, par opposition à ce qui relève de l'obligation.

contractuelles, ce qui se traduit comme suit : le débiteur d'une obligation contractuelle est obligé de s'exécuter envers son créancier¹¹³⁴.

La force obligatoire joue alors comme une garantie offerte au créancier, lui assurant qu'il obtiendra l'exécution de l'obligation, par le biais d'une action en exécution forcée¹¹³⁵, et ce même si l'obligé ne le veut plus¹¹³⁶. L'état d'obligé suppose donc, selon nous, qu'existe un risque d'inexécution¹¹³⁷.

406. La force obligatoire face à l'exécution irrésistible. Deux visions successives se détachent en analysant la force obligatoire à l'aune des smart contract.

À première vue, en confiant l'exécution des obligations contractuelles à un smart contract intégré dans leur contrat, les parties au contrat informatisable semblent déliées de toute obligation, le contrat se résumant à un cadre d'exécution irrésistible informatisée. L'exécution irrésistible informatisée des contrats informatisables pourrait apparaître comme un substitut à la force obligatoire, laquelle se trouverait privée d'utilité (A).

Toutefois, une analyse plus poussée permet de montrer que la force obligatoire, loin d'être chassée de ces contrats, qui conservent une part de faillibilité, est toujours présente et se trouve en réalité renforcée par la technique (B).

¹¹³⁴ En effet, être obligé, c'est être tenu d'une obligation, être engagé (ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « obligé » : « 2 – Tenu d'une obligation, assujetti, lié, soumis »). La définition de l'obligation relate également ce lien entre le débiteur et le créancier : « une obligation est un lien de droit qui nous astreint à une prestation envers autrui » (F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 4) ; v. aussi, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 2 : l'obligation est « un lien de droit (...) entre deux personnes en vertu duquel l'une d'elles, le *créancier*, peut exiger de l'autre, le *débiteur*, une prestation ou une abstention » ; P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 1 : « l'obligation est le lien de droit unissant le créancier au débiteur. Étant un lien de droit, elle est l'objet d'une sanction étatique ».

¹¹³⁵ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 3 : « Dans les obligations juridiques, le lien qui unit le créancier et le débiteur est un lien de droit (*vinculum juris*), ce qui signifie que le créancier peut en réclamer l'exécution forcée devant les tribunaux » : l'obligation est « exécutoire ».

¹¹³⁶ *Ibid.*, n° 1 : « est obligé celui qui est contraint de faire quelque chose même s'il ne le veut pas ou ne le veut plus ». De la même manière, « quelque chose est obligatoire lorsque l'on ne peut s'y soustraire sans conséquences, et en particulier sans engager sa responsabilité ».

¹¹³⁷ S'il y a une certitude d'exécution, le lien d'obligation n'a aucune utilité ; c'est en raison de l'incertitude qui place sur l'exécution volontaire par le débiteur de son engagement qu'existe cette obligatorité : le débiteur sait qu'il s'expose à une sanction et une exécution forcée en cas de défaillance. On peut trouver cet élément en filigrane chez certains auteurs, not. A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 348 (c'est au stade de l'exécution et d'un éventuel litige « que se mesure la véritable force obligatoire du contrat : à quoi s'expose le contractant qui ne respecte pas ses engagements ? »).

A. La force obligatoire, supplantée par l'exécution irrésistible informatisée ?

407. Suivant une première analyse, l'on pourrait s'interroger en ces termes : si le programme informatique conduit à une exécution inéluctable, peut-on vraiment dire que les parties sont soumises à la force obligatoire du contrat ? L'exécution irrésistible du contrat informatisable donne l'illusion de pouvoir remplacer la force obligatoire, en supprimant le risque d'inexécution (1). Les smart contracts pourraient alors être vus comme une force de justice privée selon certains, supprimant le besoin du recours à l'exécution forcée (2).

1) L'illusion d'un remplacement de la force obligatoire par l'exécution irrésistible

408. Le déterminisme du smart contract, nouvelle garantie de l'exécution. Pour les contrats informatisables, l'exécution est comprise dans le code informatique, en raison de l'intégration du mode d'exécution du contrat dans le support du contrat informatisable¹¹³⁸. En principe, le smart contract ne peut qu'exécuter ce qui est prévu du fait de son déterminisme. Le smart contract ne peut tout simplement pas ne pas être exécuté : le risque d'inexécution semble avoir disparu.

Dans cette perspective, le smart contract n'est pas une promesse¹¹³⁹. Les parties au smart contract ne promettent pas d'exécuter une action ou de ne pas adopter tel comportement, mais simplement acceptent que le smart contract exécute toutes les actions prédéterminées. Les parties n'ont plus aucune incidence possible sur le cours du smart contract. Des auteurs donnent une explication imagée : « si Bob place un seau d'eau en équilibre sur le dessus d'une porte, il ne promet pas de faire tomber de l'eau sur la personne qui ouvrira la porte. Au contraire, il a simplement mis en place le processus mécanique par lequel cela se produira inévitablement. De la même manière, un smart contract prévoyant le transfert d'un bitcoin lorsque tel ou tel événement se produit n'est pas vraiment une promesse »¹¹⁴⁰. Dès lors, existe-t-il réellement un lien d'obligé, alors que les parties ne peuvent plus rien faire pour empêcher l'exécution des obligations et que celle-ci est inéluctable ?

¹¹³⁸ V. *supra*, §397.

¹¹³⁹ K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 340-341: « *Creation of a smart contract—while setting certain events in motion—does not commit any party to do anything, or make any prospective promise* » (nous traduisons : la création d'un smart contract, tout en mettant en œuvre certains événements, n'engage les parties ni à faire quoi que ce soit, ni à faire de promesse). V. également, p. 341 : « *Smart contracts are both committing to something in the future, but not exactly making a promise* ».

¹¹⁴⁰ *Ibid.*, p. 340.

409. La disparition du risque d'inexécution et du lien d'obligé. Le risque classique d'inexécution lié à la négligence ou la mauvaise volonté du débiteur semble avoir disparu lorsque l'exécution est prévue par un smart contract. Dans cette perspective, la force obligatoire apparaît privée de son utilité quant à l'exécution des obligations, puisque la garantie d'exécution qu'elle offre classiquement dans les contrats paraît être remplacée par le déterminisme du code informatique. En effet, un comportement contraire à ce qui a été programmé est techniquement inenvisageable, dès lors que les obligations concernées sont exécutable *via* le code informatique.

À suivre cette présentation, l'état d'obligé aurait disparu, puisque l'exécution est en germe dans le contrat informatisable et que le débiteur ne peut y échapper. Il n'y aurait plus de chose promise, mais seulement une action en cours d'exécution ou à venir, inéluctablement. Le programme informatique permet de sanctionner automatiquement le manquement aux règles posées... voire d'empêcher tout comportement contraire au code, s'agissant des actions exécutable dans le monde numérique. Le smart contract est alors analysé par certains comme une forme de justice privée, venant concurrencer l'exécution forcée traditionnelle.

2) *Le smart contract, une forme de justice privée ?*

410. L'exécution forcée et sa concurrente, l'exécution de fait. La notion d'exécution forcée¹¹⁴¹, corollaire de la force obligatoire, implique une contrainte imposée au débiteur sur son patrimoine, le plus souvent par un jugement. Or, s'il faut recourir à l'exécution forcée, cela suppose que le débiteur de la prestation ne s'est pas exécuté volontairement¹¹⁴², qu'il est en retard, qu'il refuse d'exécuter son obligation telle que prévue au contrat. Le créancier n'a d'autre choix que de demander en justice d'imposer au débiteur l'exécution forcée de son

¹¹⁴¹ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU, *Vocabulaire juridique, op. cit.*, V° « Exécution forcée » : « exécution d'une convention ou d'un jugement imposée au débiteur sur sa personne ou sur ses biens par le ministère d'un officier public compétent, et, au besoin, de la force armée, en observant les formalités prescrites, par la loi. Cette exécution forcée peut s'effectuer en nature sauf si elle est impossible ou s'il existe une disproportion manifeste entre son coût pour le débiteur et son intérêt pour le créancier (c. civ., a. 1221) ». Il est aussi possible de parler ici de « paiement forcé » (v. par exemple : A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations, op. cit.*, n° 205), pour distinguer de l'exécution forcée en nature comme sanction spécifique de l'inexécution du débiteur visée à l'article 1221 du code civil. Ce droit au paiement forcé ou à l'exécution forcée trouve son fondement à l'article 1341 du code civil : « le créancier a droit à l'exécution de l'obligation ; il peut y contraindre le débiteur dans les conditions prévues par la loi ».

¹¹⁴² P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 735. Mme Catala affirme dans le même sens que « l'exécution forcée est à coup sûr la plus éloignée d'une exécution véritable », notamment parce qu'« il n'est pas vrai qu'elle parvienne toujours à procurer au créancier le résultat matériel qu'il poursuit » (N. CATALA, *La nature juridique du paiement*, LGDJ, 1961, p. 19). Selon Mme Fabre-Magnan, on parle d'exécution forcée « lorsqu'il s'agit de l'opposer à l'exécution spontanée (ou volontaire) par le débiteur » (M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 1008).

obligation, puisque l'exécution forcée relève en théorie du monopole de l'État et nécessite le recours à un juge ou de disposer d'un titre exécutoire¹¹⁴³.

Toutefois, les créanciers ont parfois tendance à se faire justice à eux-mêmes en raison des carences de l'État¹¹⁴⁴. Cette exécution privée de fait, également appelée « *self-help* »¹¹⁴⁵, vise à obtenir de fait l'exécution d'une obligation par le débiteur. Or, ces modalités de justice privée sont regardées comme licites et peuvent être assez répandues. Ainsi en était-il autrefois d'une coupure d'électricité tant que la facture n'était pas payée ; aujourd'hui, d'un bailleur qui supprimerait l'accès à un ascenseur pour son locataire mauvais payeur, logé au 56^e étage d'une tour, à Dubaï ; ou encore des « *starter interrupter devices* »¹¹⁴⁶, ces outils installés sur des voitures en location financière avec option d'achat et très répandus aux États-Unis, qui permettent à l'organisme crédit-bailleur ou à la banque créancière de désactiver à distance le démarreur de la voiture après plusieurs défauts de paiement. De fait, le débiteur n'a d'autre choix que de s'exécuter s'il souhaite retrouver l'usage de sa chose. Ce comportement – en principe licite, mais plus ou moins loyal – n'est pas sans incidence. Il a notamment pour effet d'inverser la charge de la preuve en cas de contentieux, puisqu'il reviendra au débiteur dans une situation périlleuse de prouver que l'exécution n'aurait pas dû avoir lieu et d'obtenir les restitutions subséquentes¹¹⁴⁷. On peut également penser, plus classiquement, aux clauses contraignantes visant à l'exécution du contrat, comme la clause pénale.

411. Les smart contracts, une forme de *self-help* ? Analyse du mécanisme. D'une certaine manière, les smart contracts déployés sur une blockchain apparaissent comme une sorte de justice privée qui parvient à satisfaire le créancier, sans recourir au droit¹¹⁴⁸, et donc à

¹¹⁴³ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 737 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1502. Un titre exécutoire est à tout le moins exigé pour permettre à un créancier de recourir à la force publique (n° 1504).

¹¹⁴⁴ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 737.

¹¹⁴⁵ C. PONCIBO et L. A. DIMATTEO, « Quandary of Smart Contracts and Remedies: The Role of Contract Law and Self-Help Remedies », *European Review of Private Law*, vol. 26, n° 6, 1^{er} décembre 2018, n° 21 : les auteurs définissent le « *self-help* » comme suit : « *legally permissible conduct that individuals undertake absent the compulsion of law and without the assistance of government officials in efforts to prevent or remedy a civil wrong* » (nous traduisons : conduite licite adoptée par des individus sans y être poussés par la loi et sans l'aide de la force publique, afin de prévenir ou de réparer un préjudice). V. dans le même sens, rappelant que le « *self-help* » n'est pas en dehors du droit, mais en complément du droit : M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 333 ; K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 346. Il y a l'idée que le créancier utilise un moyen d'obtenir en pratique son dû, sans se placer dans une situation d'illégalité.

¹¹⁴⁶ Sur le sujet, v. l'étude de M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 329-333 et *supra*, §303, note 846.

¹¹⁴⁷ Des sanctions pourront bien évidemment être prononcées, à commencer par la nullité des paiements fait en violation de l'interdiction de l'article L. 622-7 du code de commerce par exemple. Souvent, des restitutions devront avoir lieu, ce qui alourdit la situation déjà compliquée du débiteur.

¹¹⁴⁸ M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 333-338 : pour l'auteur, les smart contracts sont un nouveau mode de justice privée. V. dans le même sens, C. PONCIBO et L. A. DIMATTEO, « Quandary of Smart Contracts and Remedies », *op. cit.*, n° 21 ; F. MÖSLEIN, « Legal Boundaries of Blockchain Technologies: Smart Contract

l'exécution forcée. Les smart contracts peuvent apparaître comme un outil d'exécution privée des engagements, un « *self-help* » informatique et automatique¹¹⁴⁹, où la contrainte est exclusivement technique.

Mais à y regarder de plus près, le smart contract n'est ni une contrainte, dès lors que les parties choisissent librement d'y recourir, ni une sanction d'une inexécution puisqu'il constitue le mode d'exécution initial et volontaire. Les smart contracts s'apparentent davantage à un mécanisme d'exécution inévitable, irrésistible, dès lors que les parties ne peuvent volontairement y déroger. Les parties à un contrat informatisable n'auront donc pas besoin de recourir à l'exécution forcée, puisque l'inexécution ne peut pas survenir du fait d'une mauvaise volonté, d'une erreur, d'un retard dû à l'humain. Le programme informatique a pour effet de chasser les aléas dans l'exécution... mais cette irrésistibilité et ce déterminisme propres aux smart contracts ne sont possibles que sous réserve d'erreurs ou de failles logicielles.

Le risque d'inexécution ne pouvant être réduit à néant, l'illusion du remplacement de la force obligatoire du contrat par l'exécution smart contractuelle doit donc être dépassée.

B. Le dépassement de l'illusion : la force obligatoire, renforcée par l'exécution irrésistible informatisée

412. Les contrats informatisables, sujets aux failles. Le smart contract déployé sur une blockchain s'exécute certes de façon irrésistible, mais non de façon infaillible. En effet, comme tout programme informatique, un smart contract peut connaître des failles dans le code ou des erreurs de traduction entre la volonté des parties et la programmation par le développeur¹¹⁵⁰. De plus, l'automaticité et l'irrésistibilité de l'exécution intégrée dans le contrat informatisable ne sont véritablement assurées que si les conditions prédéfinies sont vérifiables sur la blockchain concernée. Dans tous les autres cas, il faut que le smart contract soit informé de la réalisation de la condition extérieure, ce qui représente toujours un risque d'inexécution, tant quant à la transmission de l'information qu'à la réalisation de la condition elle-même, ce que certains auteurs pointent du doigt comme une source de faille importante pour les utilisations des smart contracts déployés sur une blockchain¹¹⁵¹.

as Self-Help? », in *Digital Revolution: Challenges for Contract Law in Practice*, R. Schulze et D. Staudenmayer (dir.), Nomos, 2016, p. 313-326.

¹¹⁴⁹ V. en ce sens, M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 333 s. ; K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 346-347.

¹¹⁵⁰ V. *supra*, §281 s.

¹¹⁵¹ V. en ce sens, E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », *op. cit. et supra*, §223.

413. La faillibilité du smart contract et la persistance de la force obligatoire. Du fait de la faillibilité du programme informatique auto-exécutant, la force obligatoire ne disparaît pas du contrat, cadre normatif doté d'une force obligatoire dès l'instant de sa conclusion. Les obligations ne sont pas plus dépourvues de cette force obligatoire... car un risque d'inexécution subsiste toujours. Si le mode d'exécution intégré dans le contrat informatisable s'avère défaillant, alors le droit prendra le relais pour forcer la partie débitrice à s'exécuter ou pour la sanctionner. Nombreuses sont les situations où les parties à un contrat informatisable pourraient choisir de recourir au juge, en s'appuyant sur la force obligatoire du contrat. En effet, des contestations peuvent surgir, des obstacles non anticipés peuvent empêcher la bonne exécution pourtant insérée dans le code informatique, et éventuellement constituer des cas de force majeure ; ou bien l'exécution pourrait se produire conformément au code informatique, mais en toute illicéité en raison de l'ouverture d'une procédure collective ou de surendettement du débiteur¹¹⁵². Dans tous ces exemples, l'irrésistibilité de l'exécution ne suffit pas et se trouve même être une source de problème. Le juge se trouvera alors saisi pour déterminer comment résoudre l'inexécution constatée et prononcer des éventuelles sanctions¹¹⁵³.

Ainsi, comme tout contrat, le contrat informatisable est doté de la force obligatoire. Les parties sont tenues d'exécuter leurs obligations, car le contrat formé entre elles leur tient lieu de loi. La force obligatoire irrigue le contrat et vient prendre le relais en cas de défaillance du programme informatique. En tant que pilier du contrat, elle incite les parties à s'exécuter tel que prévu ou à trouver une solution alternative en cas de problème. C'est encore la force obligatoire du contrat qui fonde le recours à l'exécution forcée pour le créancier insatisfait. Outil des fonctions de prévention et de réparation du droit, la force obligatoire est loin d'être supplantée dans les contrats informatisables. Et à l'inverse, elle semble même y être renforcée.

414. La force obligatoire renforcée par la caractéristique essentielle des contrats informatisables : *pacta informatica sunt servanda*. La force obligatoire est dotée d'un nouveau moteur dans les contrats informatisables. Ce n'est plus seulement la perspective d'une exécution forcée par recours au juge, ni le seul respect de la parole donnée qui incite les parties à s'exécuter. En confiant l'exécution du contrat à un programme informatique, les parties font du recours à la technique un cadre obligatoire nouveau, qui vient renforcer la force obligatoire classique. L'automatisme et l'irrésistibilité de l'exécution, intégrée dans le contrat informatisable, jouent ce rôle de garantie de l'exécution lorsque le programme ne contient pas de faille et renforcent de cette façon l'obligatorité du contrat informatisable.

¹¹⁵² Sur la question de l'illicéité de l'exécution par le smart contract, v. *supra*, §217 et *infra*, §672.

¹¹⁵³ V. *infra*, §676 s.

Ainsi, dans les contrats informatibles, toutes les actions sont programmées à l'avance et sont exécutables automatiquement. La maxime *pacta sunt servanda* est renforcée, puisque les contrats informatibles ne peuvent en principe pas ne pas être exécutés. Le respect de la parole donnée atteint ainsi son paroxysme dans les contrats informatibles. Et si le programme s'avère défaillant, le recours aux instruments classiques tels que la force obligatoire du contrat, autorisant l'action en exécution forcée, permet d'assurer en tout état de cause une exécution du contrat¹¹⁵⁴.

415. Conclusion de la section. Lorsqu'il est qualifié de contrat, éventuellement suivant un mode hybride, le contrat *smart contractuel* présente des caractéristiques particulières, en ce qu'il est rédigé en tout ou partie en code informatique et intègre dans l'*instrumentum* du contrat le mode d'exécution par smart contract. Cette spécificité essentielle distingue ces contrats à part entière de tout autre type de contrat, y compris des contrats conclus par voie électronique. C'est pourquoi il est proposé de les nommer « *contrats informatibles* », pour insister sur les deux critères essentiels : ces contrats sont rédigés en code informatique et peuvent être exécutés par un programme informatique, en l'occurrence un smart contract. La neutralité technologique du terme permet d'accueillir différents mécanismes – le principal étant l'objet de l'étude, le smart contract déployé sur une blockchain. Ces contrats informatibles sont dotés d'une force obligatoire renforcée par l'informatique qui permet une exécution en principe irrésistible. Cette caractéristique essentielle des contrats informatibles ne supprime toutefois pas le recours au droit, qui s'avère nécessaire en cas de défaillance du programme informatique.

416. Conclusion du chapitre. L'opération de qualification juridique des smart contracts s'est avérée riche. Dans certains cas, les smart contracts peuvent être qualifiés de contrats à part entière, et non se résumer à la seule exécution d'un contrat, lorsqu'un accord de volontés peut être constaté entre les parties et que le smart contract porte sur des obligations et constitue l'entière opération voulue par les parties. Le recours à la typologie proposée a permis d'affiner l'application des critères traditionnels de qualification de contrat à des situations bien distinctes.

Après avoir retenu la qualification de contrat pour certains smart contracts, restait alors à vérifier que cette qualification pouvait être mise en œuvre sans embûche. Or, l'analyse a montré que les particularités tenant à la fois au mode de formation et d'exécution des smart contracts qualifiés de contrats justifiait que soit créée une nouvelle notion de « contrats informatibles ». Sa spécificité est d'opérer la réunion dans un support numérique unique du *negotium* et du mode d'exécution du contrat, induisant une force obligatoire renforcée par

¹¹⁵⁴ Toutefois, il y aura parfois des obstacles à la réalisation de l'exécution forcée en dehors d'un smart contract. V. *infra*, §705 s. sur l'opportunité et les modalités de mise en œuvre de l'exécution forcée.

l'informatique et un respect des prévisions des parties poussé à son paroxysme. Quelles conséquences tirer de l'émergence de cette nouvelle catégorie de contrats ? Faut-il y appliquer un régime *ad hoc*, afin de prendre en compte ses spécificités ? L'étude du régime, en seconde partie, permettra de déterminer si le droit commun des contrats est susceptible d'accueillir ces contrats informatisables.

CONCLUSION DU TITRE II

417. Explorer la nature juridique des smart contracts a mobilisé de nombreux outils et a exigé de procéder par étapes. D'abord, la proposition d'une typologie nouvelle des smart contracts, après avoir identifié des cas d'usage très divers, a permis de distinguer, au sein des smart contracts pouvant revêtir une utilisation contractuelle, les purs smart contracts, les smart contracts d'application et les contrats hybrides, ces derniers étant composés à la fois de clauses juridiques et de clauses informatiques smart contractuelles.

Ensuite, il a été possible de mener une opération de qualification de ces smart contracts en précisant quels smart contracts pouvaient prétendre à la qualification de contrat à part entière. Or, la spécificité essentielle du smart contract qualifié de contrat, ou « contrat informatisable », est d'intégrer son mode d'exécution au sein même de son *instrumentum* informatique, ce qui constitue une véritable innovation du point de vue du droit des contrats et de la pratique contractuelle. Cette spécificité propre aux contrats informatisables ne sera pas sans conséquence lors de l'étude du régime. Elle laisse également entrevoir que la fonction essentielle d'exécution que revêt tout smart contract pourrait elle-même être riche en conséquences juridiques sur le contrat qu'il exécute.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

418. Qu'ils soient parfois qualifiés de contrats à part entière ou utilisés comme modalité d'un contrat préexistant, les smart contracts sont bel et bien entrés dans la sphère contractuelle. Il semble que les smart contracts ont beaucoup à apporter aux contrats, même si leur utilisation apparaît pour l'instant une maigre réalité du point de vue du contractant non initié à cette nouvelle technologie.

Les objectifs et les fonctions des smart contracts sont, à l'étude, en adéquation avec l'évolution récente des contrats, consacrant le recours au numérique et favorisant l'automatisation grandissante de la relation contractuelle. Cette évolution est corrélée à celle de l'environnement techno-contractuel : en témoigne le recours aux objets connectés, aux agents contractuels informatisés, mais aussi le recours à l'EDI pour l'automatisation de certaines opérations commerciales et surtout aux contrats conclus par voie électronique, qui occupent une place exponentielle dans la pratique contemporaine.

Tous ces instruments, au premier rang desquels les smart contracts, ont vocation à être de plus en plus utilisés à l'heure du « Web décentralisé », et même prochainement des métavers, où nombre de transactions et services ont lieu sur des blockchains (et s'y développeront), afin de favoriser une désinstitutionnalisation des échanges. Les nouveaux intermédiaires, sous forme de plateformes, ne sont toutefois pas en reste sur ces nouveaux marchés.

Le nouveau contrat sera informatisable ou ne sera pas... dans le monde des actifs numériques. Le smart contract permet en effet d'être le support d'un nouveau type de contrat, incorporant à la fois le *negotium* et son mode d'exécution au sein d'un instrument d'un nouveau genre, à la fois juridique et informatique : tel est le visage du contrat informatisable, nouvelle catégorie de contrat révélée dans l'étude. Le contrat informatisable permet de renforcer la force obligatoire, en gravant dans le marbre les prévisions des parties jusqu'à l'exécution complète et irrésistible du programme informatique. Ainsi, *pacta informatica sunt servanda*. Ce nouvel instrument pourrait être le support de l'ensemble des transactions menées dans le monde numérique, voire dans les métavers. Mais pour donner une véritable portée à ces contrats informatisables, dont les spécificités sont déroutantes du point de vue du droit des contrats, il faut encore vérifier qu'ils peuvent s'inscrire dans le respect du droit existant.

Il est désormais temps de s'intéresser aux règles applicables à ces smart contracts, pris tant comme des modalités d'exécution de contrats existants que comme contrats autonomes et auto-exécutants, c'est-à-dire comme contrats informatisables. Les règles de droit positif seront-elles amenées à évoluer ? Les smart contracts peuvent-ils se glisser dans le moule du droit des

contrats ou ont-ils vocation à faire évoluer celui-ci pour le faire (enfin) entrer dans l'ère numérique ? L'étude des règles applicables aux smart contracts permettra de déterminer les adaptations nécessaires le cas échéant.

Seconde partie : Les règles applicables aux smart contracts

419. Le régime des smart contracts à l'aune du droit des contrats. Selon la qualification juridique des smart contracts établie en première partie de l'étude, les smart contracts peuvent, dans la sphère contractuelle¹¹⁵⁵, revêtir deux habits juridiques. D'un côté, les smart contracts comme simple modalité d'exécution d'une ou plusieurs obligations d'un contrat préexistant¹¹⁵⁶ ; d'un autre côté, les smart contracts comme support d'un contrat à part entière. Cette deuxième hypothèse recouvre tant le cas du pur smart contract que celui du contrat hybride¹¹⁵⁷, lequel réunit dans un support unique des clauses juridiques et le smart contract. La première hypothèse désigne quant à elle la catégorie des smart contracts d'application. En raison de cette dualité, l'étude du régime des smart contracts ne saurait se limiter aux seules règles relatives à l'exécution des contrats. Le régime des smart contracts doit également intégrer toutes les règles de formation des contrats.

L'enjeu est de savoir si le droit positif est applicable à ces situations ou s'il nécessite des adaptations, voire des innovations, pour pouvoir régir les smart contracts. L'étude révèle que les caractéristiques des smart contracts s'opposent parfois à celles du droit des contrats et il sera intéressant d'identifier plus clairement cette opposition afin de mieux comprendre les grandes dynamiques qui animent le droit des contrats, mises en lumière par les smart contracts.

420. Contrat à part entière et simple modalité d'exécution. Dans les cas où le smart contract peut être qualifié de contrat à part entière – ce sont les contrats que nous nommons informatisables¹¹⁵⁸ – des questions de formation, de validité, de preuve vont se poser de façon aiguë, et devront être résolues en proposant parfois des adaptations des règles existantes voire des nouvelles règles, propres aux contrats informatisables, si le droit positif devait s'avérer manquer de flexibilité. Le droit positif se révélera-t-il à même d'accueillir les contrats informatisables ? L'analyse de ces questions et de ces règles est indispensable en vue de déterminer l'existence et la validité des smart contracts comme contrats à part entière.

Ce sont aussi toutes les règles d'exécution des contrats qui doivent être analysées, sans se limiter aux contrats informatisables. En effet, tout smart contract remplit une fonction

¹¹⁵⁵ Pour rappel, il existe aussi des smart contracts opérant en dehors de toute relation contractuelle et relevant davantage du rouage au sein d'un mécanisme – c'est le cas des smart contracts utilisés dans la *Decentralized Finance* (DeFi) par exemple. V. *supra*, §304 et §379.

¹¹⁵⁶ V. *infra*, sur les clauses qui peuvent faire l'objet d'un smart contract, §456.

¹¹⁵⁷ V. *supra*, §321 s., sur notre typologie.

¹¹⁵⁸ V. *supra*, §394 : un contrat informatisable est un contrat en tout ou partie rédigé et exécutable par le code informatique et dont la formation est subordonnée à la signature cryptographique des parties.

d'exécution, qu'un contrat préexiste ou non à la programmation du smart contract. Ainsi, toutes les règles applicables à l'exécution du contrat, à son inexécution, à son interprétation, doivent être explorées, tout comme celles tenant à la vie du contrat lorsqu'il s'étend dans la durée. L'enjeu est de déterminer si (et comment) le fonctionnement automatique du smart contract peut respecter les situations et règles prévues en droit positif. À défaut, il faudra envisager des solutions tant juridiques qu'informatiques pour adapter les smart contracts au droit et réciproquement.

Si l'ensemble de l'étude se concentre sur le droit commun des contrats, afin de déterminer les règles générales applicables aux smart contracts et ainsi, donner un guide pour en permettre l'utilisation, des incursions en droit spécial des contrats permettront parfois d'illustrer certaines particularités de smart contracts spéciaux.

L'étude des règles applicables aux smart contracts suivra donc deux axes, afin de déceler les adaptations nécessaires. D'abord, il s'agit d'étudier la formation du contrat informatisable au regard des règles du droit des contrats (Titre 1). Ensuite, les règles relatives à l'exécution des contrats seront appliquées aux smart contracts (Titre 2).

Titre 1 – La formation du contrat informatisable

Titre 2 – L'exécution du contrat par un smart contract

TITRE 1 – LA FORMATION DU CONTRAT INFORMATISABLE

421. Étude des contrats informatisables. Les smart contracts envisagés ici sont ceux qui sont intrinsèquement porteurs d'une opération contractuelle, sans être limités à leur seule fonction exécutive. Il s'agit des smart contracts qui sont le support de l'accord des volontés, à l'exclusion de ceux qui sont uniquement le mode d'exécution d'un contrat préexistant¹¹⁵⁹. Selon notre typologie¹¹⁶⁰, ce sont d'une part les purs smart contracts, rédigés exclusivement en langage informatique et ayant pour objet une entière opération contractuelle¹¹⁶¹ et d'autre part les contrats hybrides, comportant à la fois des clauses juridiques et du code informatique. Ces deux types de contrats sont dits informatisables, en raison du langage et du support employés ainsi que du mode d'exécution choisi¹¹⁶².

L'étude du régime des contrats informatisables a pour objectif d'anticiper les questions qui pourraient surgir en cas de contentieux¹¹⁶³. Si un créancier mécontent invoque l'inexécution du smart contract, il demandera certainement l'application des sanctions de l'inexécution du contrat. Or, son adversaire tentera de combattre sa prétention en montrant qu'*aucun contrat* n'a été conclu – ce qui empêcherait d'appliquer le droit des contrats – ou encore, que le contrat n'a pas été *valablement* conclu. Ainsi, les parties doivent d'abord établir ou contester l'existence du contrat allégué (Chapitre 1), avant d'en combattre ou d'en défendre la validité (Chapitre 2). Si l'existence et la validité du contrat informatisable sont établies, les parties pourront encore chercher à obtenir des sanctions sur le terrain de l'exécution du contrat par le smart contract, ce qui sera étudié dans le second titre.

Chapitre 1 – L'existence du contrat informatisable

Chapitre 2 – La validité du contrat informatisable

¹¹⁵⁹ Les contrats sont dans cette hypothèse formés classiquement ; seul leur mode d'exécution change. V. *supra*, §326 et §363.

¹¹⁶⁰ V. *supra*, §321 s.

¹¹⁶¹ Par opposition aux purs smart contracts qui ne sont que des rouages d'une opération plus large ou en dehors de toute opération contractuelle et ne sont donc pas des contrats à eux seuls. Sur la distinction, v. *supra* §379.

¹¹⁶² V. *supra*, §391-393.

¹¹⁶³ À notre connaissance, il n'existe pas encore de contentieux sur des smart contracts utilisés comme contrat, sauf à mentionner un arrêt rendu par la cour d'appel de Singapour (*Singapore Court of Appeal : SGCA*), *Quoine Pte Ltd v B2C2 Ltd* [2020] SGCA(I) 02 (arrêt « Quoine »).

Chapitre 1 – L’existence du contrat informatisable

422. Comment établir qu’un contrat existe ? Deux éléments doivent être réunis pour établir l’existence d’un contrat. D’abord, le contrat doit avoir été conclu conformément aux critères du droit positif. La question de la validité n’intervient qu’ultérieurement¹¹⁶⁴. Il faut ainsi qu’un accord ait été trouvé et exprimé entre les parties et porte sur un contenu déterminé. Or, la conclusion du contrat peut parfois poser des difficultés, en particulier lorsque celle-ci n’est pas entièrement libre, qu’il s’agisse d’imposer certains éléments de contenu ou un formalisme particulier, ou lorsque l’expression du consentement prend une forme particulière. Eu égard aux spécificités de forme et de langage des contrats informatisables, il est indispensable de s’assurer que les règles de droit positif relatives à la conclusion du contrat peuvent être respectées ou, le cas échéant, tenter de les amender (Section 1).

Ensuite, il faut établir, c’est-à-dire *prouver*, que le contrat a effectivement été formé. En matière contentieuse, la preuve est essentielle puisqu’elle détermine l’issue du litige¹¹⁶⁵. L’établissement de la preuve du contrat informatisable est crucial et devra respecter les règles applicables en droit positif. Cette étude est d’autant plus indispensable qu’il n’est pas évident à première vue qu’un programme informatique déployé sur une blockchain et signé cryptographiquement puisse suffire à établir la preuve d’un acte juridique conformément aux exigences du droit positif et des adaptations devront parfois être proposées afin de faciliter le recours au contrat informatisable (Section 2).

Section 1 – La conclusion du contrat informatisable

Section 2 – La preuve du contrat informatisable

¹¹⁶⁴ Sur la distinction entre la formation et la validité des contrats, v. M. BLEUSEZ, *La perfection du contrat*, th. Paris II, 2021, n° 23 : « Examiner la formation du contrat, c’est se concentrer sur l’acte comme procédure contractuelle, sans préjuger de la validité de la règle contractuelle qui en naîtra. Examiner la validité du contrat, c’est se concentrer sur l’acte comme résultat, c’est-à-dire répondre à la question de savoir si ses effets sont pleinement reconnus par le droit et, pour cela, savoir si l’acte est correctement formé ou non au sens où sa procédure contractuelle a réuni toutes les conditions qui étaient nécessaires à rendre l’acte valable ».

¹¹⁶⁵ Pour l’instant, aucun contentieux connu n’a abouti en droit français quant à la preuve d’un smart contract.

Section 1 – La conclusion du contrat informatisable

423. La spécificité de la conclusion du contrat informatisable. L'étude de la conclusion du contrat permet de déterminer comment le contrat informatisable est formé, et à quel moment. Il ne s'agit pas encore de vérifier les conditions de validité du contrat, mais d'abord la caractérisation des éléments de formation. Il suffit en principe de constater un accord de volontés, qui procède schématiquement soit de l'acceptation d'une offre, soit de l'aboutissement de négociations. Quel enjeu présente alors cette analyse ? Pour les contrats informatisables et plus particulièrement pour les contrats hybrides, ce constat n'est pas évident – et notamment parce que le recours à un instrument informatique brouille le paysage consensualiste traditionnel. En effet, les contrats informatisables ont la spécificité d'être rédigés en tout ou partie en code informatique et de requérir l'apposition de la clé cryptographique de chaque partie pour être déployés sur une blockchain. Peut-on alors y déceler l'expression d'un accord de volontés permettant de constater la conclusion du contrat ? Cette interrogation invite à étudier de plus près le processus formel de conclusion du contrat informatisable et en apprécier la valeur juridique (I).

Or, il faut s'assurer que ce formalisme qui transparaît à ce stade est en adéquation avec les règles de droit positif. Le principe de liberté contractuelle permet en principe aux parties de conclure des contrats en toute liberté, sans autre contrainte que celles prévues par le législateur. Les parties peuvent en principe librement recourir à un formalisme. Mais ce formalisme ne doit pas empêcher le respect des normes impératives par le contrat informatisable et cette conformité ne paraît pas évidente. Lorsque le choix du contractant est limité, que des mentions impératives sont exigées ou que le contrat doit respecter une certaine forme, faudra-t-il exclure d'emblée le recours aux contrats informatisables ? Ou existe-t-il des voies médianes permettant le respect du droit en vigueur ? La réponse sera apportée par l'étude de la conclusion du contrat informatisable sous le prisme de la liberté contractuelle (II).

I. Le processus de conclusion du contrat informatisable

424. Le formalisme intrinsèque du contrat informatisable. Peut-on considérer que le contrat informatisable, qui par définition¹¹⁶⁶ est composé en tout ou partie d'un programme informatique nécessitant la signature cryptographique de chaque partie pour être déployé sur

¹¹⁶⁶ V. *supra*, §394 : un contrat informatisable est un « contrat en tout ou partie rédigé en code informatique et exécutable informatiquement ».

une blockchain, se forme simplement par la rencontre des volontés ? Ou bien cette exigence de signature cryptographique du smart contract déployé sur une blockchain est-elle un élément constitutif de la conclusion du contrat ? L'analyse juridique de cette formalité technique s'avère indispensable (A). De plus, savoir à quel moment est définitivement conclu le contrat informatisable permet notamment de déterminer à partir de quand il pourra produire ses effets, et recouvre aussi de nombreux autres enjeux (B).

A. L'analyse de la formalité inhérente à la conclusion du contrat informatisable

425. Une exigence technique. Pour pouvoir analyser la rencontre des volontés dans un contrat informatisable, qu'il s'agisse d'un pur smart contract ou d'un contrat hybride, il est indispensable de rappeler avant tout comment est techniquement formé et déployé un contrat informatisable (1). Sa conclusion repose en effet sur une exigence technique, la signature cryptographique du smart contract par chacune des parties contractantes. Ce processus contractuel pourra ensuite être analysé à la lumière du droit positif (2).

1) La formalité technique nécessaire à la conclusion du contrat informatisable

426. Un smart contract signé cryptographiquement – rappel technique¹¹⁶⁷. Le recours à un smart contract participe de la définition même du contrat informatisable. Pour rappel, le smart contract est proposé dans une transaction signée cryptographiquement par la partie émettrice. La transaction est ajoutée à un ensemble de transactions afin de former un bloc. Celui-ci, une fois validé par les nœuds validateurs, s'ajoute à la chaîne des blocs déjà validés. C'est bien la signature cryptographique de la transaction par son initiateur qui permet de l'envoyer aux utilisateurs du réseau et en particulier aux nœuds validateurs, afin de l'intégrer dans un bloc en constitution¹¹⁶⁸. Le smart contract proposé est donc lié à la clé privée de la partie qui l'envoie, c'est-à-dire à sa signature cryptographique. Ensuite, la partie qui souhaite accepter la proposition de smart contract pourra le faire en signant cryptographiquement celui-ci à l'aide de sa propre clé privée, déclenchant par exemple le paiement demandé¹¹⁶⁹.

¹¹⁶⁷ Pour des explications plus complètes sur le fonctionnement d'un smart contract, v. *supra*, §95 s.

¹¹⁶⁸ Il faut également que le bloc soit effectivement enregistré et horodaté, c'est-à-dire ajouté de façon immuable à la chaîne de blocs. V. *supra*, §78 sur l'horodatage des blocs et *infra*, §439 et suivants pour les conséquences juridiques.

¹¹⁶⁹ On dit qu'un utilisateur « appelle » une fonction du smart contract.

Techniquement, l'utilisateur qui veut devenir partie au smart contract signe une transaction permettant d'interagir avec le smart contract proposé. C'est à cette condition que les actions programmées dans le smart contract pourront se déclencher.

Ainsi, sans smart contract déployé et signé cryptographiquement sur une blockchain, le contrat informatisable n'est qu'un ensemble composé d'une couche smart contractuelle et éventuellement d'une couche juridique¹¹⁷⁰, dépourvu de force obligatoire. Le contrat informatisable est subordonné au déploiement d'un smart contract sur une blockchain et à son acceptation par le cocontractant, et pour cela, la signature cryptographique de chaque partie est indispensable.

427. Le rôle de la signature cryptographique dans le contrat informatisable. La signature cryptographique scelle le smart contract et permet d'en déclencher l'exécution¹¹⁷¹. Sans signature cryptographique de l'émetteur, il n'y a pas de smart contract proposé, c'est-à-dire pas d'offre de contrat informatisable. Sans signature cryptographique d'un autre utilisateur, il n'y a pas d'acceptation des termes proposés car aucune transaction d'acceptation ne vient sceller l'accord. L'analyse est valable tant pour le pur smart contract, dont on vient de décrire le fonctionnement, que pour le contrat hybride. Dans tous les cas de contrats informatisables en effet, une phase de programmation du smart contract (et éventuellement d'incorporation de clauses juridiques à celui-ci ou inversement¹¹⁷²) précède la phase de déploiement et de signature cryptographique.

Dans le cas particulier des contrats hybrides, deux possibilités se présentent : le contrat hybride peut être négocié ou être directement proposé en ligne. Dans le premier cas, il est négocié par les deux parties et rédigé par elles ou par un tiers ; éventuellement, les parties ont recours à un modèle, qu'elles adaptent ou non. Les deux couches contractuelles, juridique et informatique, sont rédigées concomitamment et intégrées l'une à l'autre. L'une des parties déploie alors le contrat hybride sur la blockchain dans sa partie smart contractuelle, en apposant sa signature cryptographique, et l'autre partie le signera de la même façon. La condition de la double signature cryptographique est remplie.

Dans le second cas, le contrat hybride est d'adhésion, c'est-à-dire qu'une partie déploie un smart contract contenant des clauses juridiques ou renvoyant à des conditions générales¹¹⁷³,

¹¹⁷⁰ Sur la composition du contrat hybride par couches, v. *supra*, §331 s.

¹¹⁷¹ Sous réserve, comme exprimé ci-dessus, que le bloc ait été validé et enregistré.

¹¹⁷² V. *supra*, §330-331 sur les sous-catégories de contrats hybrides.

¹¹⁷³ La pratique existe déjà. V. par exemple, un smart contract déployé sur la blockchain Ethereum, faisant directement mention aux conditions générales dans un commentaire du smart contract : « // By calling this function, you agreed that you have read and accepted the terms & conditions available at this link : <https://rtfkt.com/legaloverview> » (En appelant cette fonction, vous reconnaissez avoir lu et accepté les termes et conditions disponibles sur ce lien). Le smart contract

en proposant à quiconque, ou à un destinataire déterminé, d'accepter l'opération ainsi programmée. C'est alors l'acceptation par l'envoi de la transaction correspondante, signée cryptographiquement, qui permettra de sceller la conclusion du contrat informatizable et s'apparentera à un commencement d'exécution¹¹⁷⁴.

2) *L'analyse juridique de la conclusion du contrat informatizable*

428. La liberté dans la rencontre des volontés en droit français. En droit commun des contrats, la conclusion du contrat a lieu en principe par l'échange des consentements. L'accord des volontés est constaté dès qu'une partie accepte une offre, peu importe la forme employée¹¹⁷⁵. Aucune forme n'est imposée pour l'offre par l'article 1114 du code civil¹¹⁷⁶ et l'acceptation peut être tacite¹¹⁷⁷. De plus, il n'est pas nécessaire que les parties soient en présence l'une de l'autre : depuis longtemps, le droit favorise la conclusion de contrats à distance¹¹⁷⁸. La forme est donc très libre pour la rencontre des volontés, tant que celles-ci sont exprimées. Les contrats sont en effet par principe consensuels, la loi prévoyant deux exceptions à ce principe à l'article 1172 du code civil, pour les contrats solennels et les contrats réels¹¹⁷⁹.

Or, en vertu du principe de liberté contractuelle, les parties peuvent prévoir des formes particulières pour leur contrat, sans pour autant que celui-ci ne perde son caractère

est consultable à cette adresse : <https://etherscan.io/address/0x348fc118bcc65a92dc033a951af153d14d945312#code> (v. not. ligne 103).

¹¹⁷⁴ V. *infra*, §428 sur la valeur du commencement d'exécution pour la conclusion du contrat.

¹¹⁷⁵ « Les parties sont librement liées, sans qu'aucune autre forme leur soit imposée » : J. GHESTIN, G. LOISEAU et Y.-M. SERINET, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. 1 : Le contrat - Le consentement, op. cit.*, n° 245 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 191 s.

¹¹⁷⁶ L'article 1114 du code civil dispose seulement que « l'offre, faite à personne déterminée ou indéterminée, comprend les éléments essentiels du contrat envisagé et exprime la volonté de son auteur d'être lié en cas d'acceptation ».

¹¹⁷⁷ La réforme a ici utilement entériné la règle selon laquelle que la volonté peut être déclarée ou seulement tacite, à l'article 1113 du code civil : « le contrat est formé par la rencontre d'une offre et d'une acceptation par lesquelles les parties manifestent leur volonté de s'engager. Cette volonté peut résulter d'une déclaration ou d'un comportement non équivoque de son auteur ». Très souvent, c'est le comportement de l'acceptant qui permet d'en déduire son acceptation, en particulier lorsque celui-ci s'exprime par un commencement d'exécution du contrat ainsi formé : v. P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 296, estimant que l'exécution du contrat vaut acceptation implicite. V. avant la réforme, pour ces mêmes règles déjà bien connues, F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 136 : la volonté d'accepter peut être « expresse, quand elle est faite verbalement ou par écrit, ou quand elle résulte d'un geste non équivoque, comme celui qui consiste à introduire une pièce de monnaie dans un appareil distributeur » ou tacite, quand elle résulte par exemple « de l'exécution du marché proposé par le pollicitant ».

¹¹⁷⁸ V. not. sur le sujet, G. BRUNAUX, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, LGDJ, 2010.

¹¹⁷⁹ Article 1172 du code civil : « Les contrats sont par principe consensuels.

Par exception, la validité des contrats solennels est subordonnée à l'observation de formes déterminées par la loi à défaut de laquelle le contrat est nul, sauf possible régularisation.

En outre, la loi subordonne la formation de certains contrats à la remise d'une chose. »

consensuel¹¹⁸⁰. Ainsi, le contrat est consensuel si la forme est imposée par les parties¹¹⁸¹ alors qu'il est solennel lorsque la forme est imposée par la loi. Ce formalisme conventionnel supplémentaire est d'ailleurs très fréquent en pratique¹¹⁸², par exemple avec la vente immobilière et la pratique de la réitération par acte authentique¹¹⁸³. Madame Bleusez a analysé ces formalités qui s'ajoutent à la formation du contrat comme des éléments de perfection du contrat¹¹⁸⁴. Selon cet auteur, la perfection est une étape intervenant après la rencontre des volontés mais avant toute exécution du contrat¹¹⁸⁵, permettant d'achever le processus de formation du contrat. L'élément de perfection est nécessaire pour que le contrat puisse produire ses effets, comme c'est le cas dans l'exemple de la réitération par acte authentique¹¹⁸⁶. Cette analyse peut être adaptée aux contrats informatibles, dans certains scénarios. Il faut pour cela préciser la rencontre de l'offre et de l'acceptation dans le contrat informatible et les différentes formes qu'elle peut prendre.

429. L'offre et l'acceptation dans le contrat informatible. L'analyse technique a montré que dans les contrats informatibles, la rencontre purement consensuelle des volontés ne suffit pas à ce que le contrat produise ses effets. S'ajoute un formalisme intrinsèquement lié à sa nature : le contrat informatible comporte nécessairement un smart contract signé cryptographiquement par chacune des parties. Or, cette formalité est décidée par les parties et

¹¹⁸⁰ J. CHEVALLIER, « Chronique Obligations et contrats spéciaux », *RTD civ.*, 1966, p. 529 : « le formalisme que, dans une convention, les parties s'imposent à elles-mêmes (...) est d'une autre nature que le formalisme qu'impose la loi ». En effet, « la forme convenue ou réservée est sanctionnée tout autrement que la règle de forme. Sa sanction est sous la dépendance de la volonté des parties. (...) Les parties sont libres (...) de renoncer à la forme convenue que leur accord seul leur impose ».

¹¹⁸¹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n^{os} 201-203 : « en réalité, ce qui caractérise le contrat solennel c'est moins la forme elle-même que le caractère obligatoire de celle-ci. Lorsque, à peine de nullité, la loi impose une forme déterminée ou même, situation assez fréquente, laisse le choix entre deux formes limitativement déterminées, les parties perdent la liberté d'utiliser une autre forme. Si elles le font, le contrat ne sera pas valide ».

¹¹⁸² *Ibid.*, n^o 195 : « exceptionnelles en droit, les manifestations en sont, en fait, omniprésentes dans la vie contractuelle contemporaine ».

¹¹⁸³ Par exemple, lorsque les parties prévoient que l'accord des volontés est retardé par « subordination à la rédaction d'un écrit sous seing privé ou notarié » (F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n^o 139). Il faut toutefois que les parties énoncent clairement leur volonté d'en faire un élément de conclusion du contrat ; à défaut, selon la jurisprudence, « cette réitération est une simple modalité d'exécution du contrat que l'accord sur les éléments essentiels suffit à former » (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n^o 203 ; v. par ex., 3^e civ., 28 mai 1997, n^o 95-20.098, *Bull. civ.* III, n^o 123).

¹¹⁸⁴ M. BLEUSEZ, *La perfection du contrat, op. cit.*

¹¹⁸⁵ *Ibid.*, n^o 5 : « la perfection serait la période contractuelle qui s'intercale ponctuellement entre la réunion des conditions premières de validité et l'aptitude du contrat à produire les effets qu'il poursuit » ; l'auteur s'inscrit, tout en la dépassant, dans une conception moderne de la formation du contrat, plus dynamique que statique. L'auteur analyse l'élément de perfection comme un élément constitutif à part entière (n^o 51), qui rend le contrat apte à produire ses effets finaux.

¹¹⁸⁶ Pour Mme Bleusez, la réitération par acte authentique pourrait s'analyser comme un élément de perfection du contrat dès lors qu'elle intervient après la rencontre des volontés mais avant toute effectivité du contrat. L'auteur estime, au sujet des « promesses synallagmatiques de vente ne valant pas vente » que « dès cet instant, les parties ont voulu échanger leur consentement au contrat définitif et que le contenu de leur engagement est connu et déterminé », et il s'agirait donc d'un contrat formé, mais d'un contrat imparfait (*Ibid.*, n^o 38).

non imposée par la loi. Le contrat informatisable est donc un contrat consensuel, qui requiert une formalité supplémentaire pour être *parfait*, c'est-à-dire pour produire ses effets. Mais dans la plupart des situations, cet élément de perfection est concomitant à la conclusion du contrat informatisable et se fonde donc dans le processus de conclusion du contrat, qu'il convient de préciser.

D'un côté, l'émetteur du smart contract a proposé une offre de contracter comportant les éléments essentiels du contrat, en code informatique¹¹⁸⁷. Sa volonté d'être engagé en cas d'acceptation se manifeste par l'apposition de sa signature cryptographique. D'un autre côté, l'utilisateur intéressé par le smart contract proposé l'accepte par une transaction permettant d'interagir avec le smart contract¹¹⁸⁸. Il appose sa propre signature cryptographique, exprimant son engagement immédiat et permettant le plus souvent un début d'exécution¹¹⁸⁹. Le contrat informatisable est ainsi formé et peut produire ses effets.

En définitive, il est nécessaire que le smart contract ait été déployé et signé cryptographiquement pour que puisse être constaté un accord de volontés des parties, prenant la forme d'une offre et d'une acceptation cryptographiques. La signature cryptographique conditionne le passage de l'offre de smart contract à un contrat informatisable auto-exécutant en scellant l'accord des volontés¹¹⁹⁰. Une formalité unique permet à la fois de conclure le contrat et de mettre en œuvre son exécution¹¹⁹¹. Ce schéma général ne vaut toutefois pas pour tous les contrats informatisables.

430. Précisions sur la conclusion du contrat informatisable. Pour le pur smart contract proposé sur une blockchain, que tout utilisateur du réseau – ou un destinataire désigné – peut accepter, la signature joue le double rôle de manifestation de volonté et de perfection du contrat. Tout le processus de conclusion du smart contract est concentré dans les deux transactions d'émission de l'offre et d'acceptation ; l'acceptant accepte ainsi le smart contract proposé. C'est le même processus que suivent les contrats hybrides d'adhésion : ils sont aussi proposés comme une offre à public déterminé ou indéterminé et la signature cryptographique de l'acceptant

¹¹⁸⁷ Le code informatique est doublé d'une couche en langage naturel dans le cas d'un contrat hybride.

¹¹⁸⁸ L'offre et l'acceptation peuvent être véhiculées par des programmes informatiques et autres algorithmes : v. *supra*, §148 s. La cour d'appel de Singapour a jugé implicitement en ce sens, pour déceler un contrat conclu par le biais de smart contracts en vue de procéder à des opérations de trading de crypto-actifs sur une plateforme d'échange (arrêt *Quoine Pte Ltd v B2C2 Ltd* [2020] SGCA(I) 2 ; v. sur le sujet, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.31).

¹¹⁸⁹ Le commencement d'exécution pouvant être analysé comme une manifestation tacite de la volonté de contracter : v. *supra*, §428, note 1177.

¹¹⁹⁰ Ce n'est en réalité pas nouveau. V. déjà en 2000, sur le rôle que joue la signature cryptographique dans les réseaux ouverts : D. GOBERT et E. MONTERO, « La signature dans les contrats et les paiements électroniques : l'approche fonctionnelle », *Cahiers du Crid*, vol. 17, 2000, p. 63-64 : les auteurs, après avoir étudié la signature numérique utilisant la cryptographie asymétrique, en concluent « qu'elle a vocation à jouer un rôle déterminant, non plus seulement sur le terrain *probatoire*, mais au niveau de la *formation* même du contrat ».

¹¹⁹¹ V. *supra*, §397 sur la réunion de la formation et de l'exécution au sein d'un même instrument.

permet de former le contrat. Dans ces deux cas, l'absence de signature cryptographique a une conséquence très simple : le contrat ne pourra pas produire d'effet, tout simplement car il n'est pas formé. En effet, dans ces catégories de contrats informatissables, il est impossible de déceler un accord de volontés en l'absence de l'une des signatures cryptographiques, puisqu'il n'y aura pas eu de manifestation expresse ou tacite de volonté¹¹⁹².

S'agissant par ailleurs des contrats informatissables négociés et rédigés (programmés) par l'ensemble des parties, c'est-à-dire surtout des contrats hybrides, la situation est plus subtile et peut être décomposée en plusieurs étapes. En effet, il se peut que les parties au contrat hybride ne déploient pas le smart contract sur la blockchain désignée alors que le contrat informatissable a été rédigé, même partiellement. On pourrait soutenir qu'un accord a été trouvé malgré tout, conformément à la technique de la *punctuation*¹¹⁹³. Alors, suivant l'analyse de Mme Bleusez, le contrat hybride non signé cryptographiquement par l'ensemble des parties pourrait être considéré comme formé mais imparfait – sous réserve de réussir à prouver l'existence d'un accord de volontés en amont, par exemple en produisant des échanges par courriers électroniques, arrêtant une éventuelle « version finale » du contrat informatissable. Il ne pourra produire aucun effet, puisqu'il manque la formalité nécessaire à sa perfection : la signature cryptographique.

L'absence de l'élément de perfection peut être sanctionnée de plusieurs façons : soit par la caducité¹¹⁹⁴, puisqu'un élément essentiel constitutif manque au contrat *in fine*¹¹⁹⁵ ; soit par l'exécution forcée¹¹⁹⁶, notamment en offrant au créancier la possibilité d'obtenir l'autorisation de faire exécuter lui-même¹¹⁹⁷. Quelle sanction serait la plus adaptée pour un contrat informatissable ? Le contractant qui attend en vain la réalisation de l'élément de

¹¹⁹² Les purs smart contracts ne sont en principe pas précédés ou accompagnés de documents annexes, puisque par définition ils sont directement programmés informatiquement et proposés en ligne. Toutefois, si des documents annexes peuvent être produits, alors sans doute pourrait-on y voir une manifestation de volonté et se trouver dans une situation de *punctuation*, comme cela peut se présenter pour les contrats hybrides.

¹¹⁹³ V. *supra*, §368 et les travaux d'Alain Rieg : A. RIEG, « La “punctuation”, contribution à l'étude de la formation successive du contrat », *op. cit.*

¹¹⁹⁴ Il est utile de rappeler la définition de la caducité, qui s'attache précisément au défaut de perfection du contrat : « Sort qui frappe l'acte caduc ; état de non-valeur auquel se trouve réduit un acte initialement valable du fait que la condition à laquelle était suspendue sa pleine efficacité vient à manquer par l'effet d'un événement extérieur (...) ; se distingue de l'annulation en ce qu'elle ne sanctionne pas un vice entachant à l'origine la validité de l'acte mais enregistre ou sanctionne une carence ultérieure entamant l'acte dans sa perfection ou l'empêchant en tout cas d'être efficace (...) » (ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Caducité »).

¹¹⁹⁵ M. BLEUSEZ, *La perfection du contrat*, *op. cit.*, n° 271, p. 306 : « Pour sanctionner la défaillance d'un élément de perfection, ce n'est pas la nullité, mais la caducité qui organise la disparition de l'acte » ; v. n°s 429 et s. pour l'étude du prononcé de la caducité. Sur la caducité du contrat informatissable, v. *infra*, 535.

¹¹⁹⁶ *Ibid.*, n° 509 s. : l'auteur donne l'exemple de la vente imparfaite par réitération devant notaire : « si toutes les conditions auxquelles la réitération des consentements est soumise sont réunies et qu'un contractant refuse néanmoins sa signature, il peut y être contraint, l'exécution forcée menant alors à la perfection puisque, le cas échéant, un jugement pourra tenir lieu d'acte authentique ».

¹¹⁹⁷ *Ibid.*, n° 560 : « Ainsi, le créancier pourra trouver dans l'article 1222 du Code civil qui lui reconnaît désormais la possibilité de « faire exécuter lui-même l'obligation », une opportunité pour requérir directement une décision de perfection si le contractant chargé de le faire persiste à s'y refuser ».

perfection pourra demander le prononcé de la caducité du contrat informatisable... mais cette sanction ne présentera guère d'intérêt puisque par définition, le contrat n'aura encore produit aucun effet et ne pourra en produire aucun, faute d'avoir été déployé en tant que smart contract ! Quant à l'exécution forcée, il faudrait alors demander au juge de condamner le contractant n'ayant pas signé cryptographiquement le smart contract à s'exécuter sous astreinte, à condition d'avoir prouvé l'existence d'un accord de volontés. L'avantage sera que le contrat pourra alors être rendu parfait grâce à la signature manquante, et commencer à s'exécuter, grâce à l'automatisme offerte par le smart contract. On peut encore envisager une sanction conventionnelle de l'absence de signature cryptographique du contrat informatisable, par exemple par une clause de responsabilité, d'exécution forcée ou encore une clause pénale¹¹⁹⁸. Une telle clause doit alors être prévue en amont dans la partie juridique du contrat hybride négocié – dont il faudra prouver la conclusion.

Qu'en est-il de la conclusion de certains contrats informatisables spéciaux ?

431. La conclusion de certains contrats informatisables spéciaux. Les règles classiques trouvent-elles des aménagements pour certains contrats spéciaux qu'il conviendrait d'appliquer aux contrats informatisables ? Trois contrats spéciaux peuvent être envisagés : le contrat de vente, le contrat de prêt et le contrat de dépôt. Le recours au smart contract est en effet très adapté dans ces contrats lorsqu'ils portent sur des actifs numériques. Il est alors utile de vérifier si des contrats informatisables de vente, de prêt ou de dépôt peuvent en effet être conclus conformément au droit positif.

432. La conclusion d'un contrat informatisable de vente. Le contrat de vente est consensuel et répond aux conditions du droit commun pour sa formation¹¹⁹⁹. Seules certaines ventes sont concernées par un formalisme solennel, par exception au consensualisme, et sont alors soumises à l'exigence d'un écrit à peine de nullité¹²⁰⁰. Une vente de jetons numériques

¹¹⁹⁸ V. en ce sens, Mme Bleusez, qui donne ces exemples pour les contrats d'affaires assortis d'un *closing*, comme élément de perfection du contrat déjà signé (*Ibid.*, n° 309). L'auteur précise que le plus souvent, les parties feront tout pour rendre parfait le contrat, en raison du maintien des relations d'affaires : « dans ce type d'opérations, plus que sur les sanctions du droit des contrats, les parties comptent sur les pratiques économiques pour éviter une violation de leur accord. Car, d'importants frais ayant déjà été engagés et, plus crucial encore, la réputation de chaque contractant étant en jeu, à compter du *signing*, il est exceptionnel que l'une des parties ne respecte pas ses engagements ».

¹¹⁹⁹ J. RAYNARD et J.-B. SEUBE, *Droit des contrats spéciaux*, 10^e éd., LexisNexis, 2019, n° 91. Les auteurs soulignent que « la référence au droit commun des obligations dans la formation du contrat est d'autant plus pertinente que les rédacteurs du Code civil ont élaboré celle-ci avec le contrat de vente en point de mire ».

¹²⁰⁰ Il en est ainsi, par exemple, pour la cession de créance, la cession de contrat et la cession de dette qui sont soumises à l'exigence d'un écrit à peine de nullité (articles 1322, 1216 et 1327, alinéa 2, du code civil) ou encore pour la cession d'un fonds de commerce selon l'article L. 141-1 du code de commerce.

sur une blockchain, plus connue sous le nom de « *token sale* »¹²⁰¹, pourra donc être conclue sans difficulté par le biais d'un contrat informatisable¹²⁰². En pratique, il suffira que l'acquéreur d'un ou plusieurs *tokens* envoie une transaction au smart contract de *token sale* afin de transférer le prix correspondant au nombre de *tokens* qu'il souhaite acheter, signifiant ainsi son acceptation du contrat et permettant dans le même temps d'en déclencher l'exécution. On peut imaginer un emploi croissant de contrats informatisables si l'intérêt pour les métavers ne faiblit pas¹²⁰³. En effet, bien des enseignes connues y déploient déjà des magasins virtuels, où les utilisateurs pourront conclure des contrats de vente pour acquérir des biens numériques en vue de parer leur avatar d'accessoires, de vêtements et d'objets de mode ou de luxe¹²⁰⁴, ou même pour y acheter des biens de consommation du quotidien¹²⁰⁵.

433. La conclusion d'un contrat informatisable de prêt. S'agissant du contrat de prêt, le code civil prévoit deux espèces de prêt à l'article 1874 : le prêt à usage et le prêt de consommation. En principe, le contrat de prêt est un contrat réel se formant par la remise de la chose. Le contrat de prêt est unilatéral, puisqu'il n'impose qu'une obligation de restitution à la charge de l'emprunteur¹²⁰⁶. Cette règle vaut pour les deux catégories de prêt, en dehors des prêts d'argent consentis par un professionnel du crédit¹²⁰⁷. Par conséquent, tout contrat informatisable de prêt, portant sur des actifs numériques, est réel, c'est-à-dire qu'il est conclu

¹²⁰¹ On peut noter que ces ventes de token sont de plus en plus encadrées par de véritables contrats en amont, afin de définir le cadre contractuel applicable. Mais il existe aussi de nombreuses *token sales* mises en place uniquement à l'aide de smart contracts. Dans ce cas, la vente de *tokens* prend la forme d'un pur smart contract qualifié de contrat informatisable. Des modèles sont proposés et améliorés constamment en ligne (v. par ex. <https://docs.openzeppelin.com/contracts/2.x/crowdsales> pour un modèle de vente de *tokens* à un public de participants, ou *crowdsale* – les *ICO* sont des *crowdsales* ; v. également, <https://programtheblockchain.com/posts/2018/02/02/writing-a-token-sale-contract/> expliquant comment programmer un smart contract de vente de *tokens* ; ou encore, sur la plateforme collaborative github, un modèle de *token sale* ayant vocation à être amélioré par les utilisateurs : <https://github.com/topics/tokensale-contract>).

¹²⁰² Sur la preuve du contrat ainsi conclu, qui sera le plus souvent d'un montant supérieur à 1500 euros et ainsi soumis à l'exigence d'une preuve littérale, v. *infra*, §472 s.

¹²⁰³ V. *supra*, §273.

¹²⁰⁴ A. FAGUER, « Le luxe à l'assaut du métavers », *op. cit.*

¹²⁰⁵ C. WOITIER, « Pourquoi Carrefour a acheté un terrain virtuel dans le métavers », *op. cit.*, même si le groupe ne sait pas encore à quoi servira le terrain acquis pour 120 ethers, soit l'équivalent de 300.000 euros au jour de l'acquisition.

¹²⁰⁶ J. RAYNARD et J.-B. SEUBE, *Droit des contrats spéciaux*, *op. cit.*, n° 385.

¹²⁰⁷ La jurisprudence estime qu'un prêt d'argent consenti par un établissement de crédit est un contrat consensuel et que le prêteur a l'obligation de remettre les fonds à l'emprunteur (v. par ex., 1^{er} civ., 5 juill. 2006, n° 04-12.588, *Bull. civ. I*, n° 358 ; 1^{er} civ. 19 juin 2008 n°s 06-19.056 et 06-19.753, *Bull. civ. I*, n° 174 ; v. sur le sujet, F. CHENEDE, « La cause de l'obligation dans le contrat de prêt réel et dans le contrat de prêt consensuel », *D.*, 2008, p. 2555, contestant cette distinction prétorienne entre les contrats de prêt consentis par des professionnels du crédit, contrats consensuels, des autres contrats de prêt, contrats réels). L'avant-projet de réforme du droit des contrats spéciaux souhaite généraliser cette règle en qualifiant de consensuel le prêt à usage « intéressé » (proposition d'un nouvel article 1877), et le prêt de consommation conclu à titre onéreux (proposition d'un nouvel article 1893).

par la remise de la chose (dès lors qu'il n'est pas consenti par un professionnel du crédit¹²⁰⁸). Deux précisions s'imposent.

D'une part, un tribunal a récemment jugé qu'un prêt de bitcoins était un prêt de consommation et non un prêt d'argent, puisque ces actifs sont fongibles et consommables¹²⁰⁹. Cette solution, qui refuse à la cryptomonnaie bitcoin la qualification de monnaie, permet d'exclure les dispositions applicables au prêt d'argent pour le bitcoin. Il serait logique que la solution soit étendue à l'ensemble des cryptomonnaies. Ainsi, tout actif numérique, qu'il s'agisse d'une cryptomonnaie ou d'un *token*, fongible ou non, peut faire l'objet d'un prêt soumis aux dispositions du code civil¹²¹⁰.

D'autre part, la remise d'une chose incorporelle mérite une attention particulière, faute de pouvoir constater une remise tangible. À cet égard, la blockchain se prête tout particulièrement au suivi des transferts de détention d'actifs numériques, puisqu'elle permet de suivre l'ensemble des transactions effectuées. En pratique, le smart contract de prêt sera proposé par le prêteur¹²¹¹. L'acceptation par l'emprunteur déclenchera le transfert immédiat des actifs numériques prêtés vers l'adresse publique de l'emprunteur, permettant ainsi de réaliser la remise de la chose prêtée à l'emprunteur. Le contrat informatisable de prêt est donc conclu conformément aux dispositions en vigueur.

434. La conclusion d'un contrat informatisable de dépôt. Le smart contract se prête particulièrement à une utilisation de dépôt d'actifs numériques. L'article 1918 du code civil ne s'y oppose pas, puisque le champ d'application du dépôt est seulement limité aux choses mobilières, ce qui permettrait d'y inclure les biens incorporels¹²¹² – même si tous les auteurs ne

¹²⁰⁸ Cette hypothèse, inenvisageable aujourd'hui, pourrait être une réalité demain. Déjà se développent des projets de start-up proposant de prêter des cryptomonnaies (par exemple, BlockFi). Ces entreprises pourraient alors être qualifiées, un jour, de professionnels du crédit et les contrats de prêts consentis par elles seraient donc des contrats consensuels. Et peut-être que, prochainement, les traditionnels professionnels du crédit se lanceront dans les prêts en cryptomonnaie !

¹²⁰⁹ Un arrêt rendu par le tribunal de commerce de Nanterre en 2020 (TC Nanterre, 26 févr. 2020, BitSpread c/ Paymium : JurisData n° 2020-002798, M. JULIENNE, « Le régime civil des actifs numériques : l'exemple du prêt de Bitcoins », *JCP E*, 2020, p. 1201) a décidé qu'un prêt en bitcoins était un prêt de consommation au sens de l'article 1892 du code civil, dès lors que les bitcoins sont des biens fongibles et consommables.

¹²¹⁰ Pour pouvoir déterminer la nature du prêt d'actifs numériques par un smart contract, il faudra établir si ces mêmes actifs peuvent être restitués ou s'il s'agit d'autres actifs équivalents. « Ce n'est pas, en effet, la nature du bien qui détermine la nature du prêt, mais le fait que la chose puisse être rendue après usage » (J. RAYNARD et J.-B. SEUBE, *Droit des contrats spéciaux*, *op. cit.*, n° 386). L'article 1875 prévoit ainsi que, dans le prêt à usage, l'emprunteur doit rendre exactement la chose prêtée, tandis que l'article 1892 prévoit que, dans le prêt de consommation, l'emprunteur doit rendre l'équivalent de la chose prêtée.

¹²¹¹ On peut noter que le plus souvent, le prêt sera conclu à titre onéreux, comme le montre la pratique courante dans le secteur de la finance décentralisée. Sur la *DeFi*, v. *supra*, §7.

¹²¹² P. MALAURIE, L. AYNES et P.-Y. GAUTIER, *Droit des contrats spéciaux*, *op. cit.*, n° 602. V. en ce sens, Com. 9 janv. 1990, n° 88-17.291, *Bull. civ.* IV, n° 2, où la chambre commerciale applique sans difficulté le régime du dépôt et les obligations du dépositaire à un banquier « dépositaire de titres ».

s'accordent pas sur ce champ d'application¹²¹³. L'avant-projet de réforme des contrats spéciaux propose d'inclure expressément les biens incorporels dans l'objet du dépôt¹²¹⁴. Cette évolution est nécessaire aujourd'hui, quand on sait que nombre d'actifs incorporels sont déposés dans des *clouds* numériques (fichiers textes, photos, vidéos, etc.) au quotidien, témoignant de l'utilisation du dépôt pour des biens incorporels¹²¹⁵. Sur la blockchain, le smart contract exerce précisément cette fonction de dépôt¹²¹⁶, en permettant de conserver les actifs numériques transférés en attendant que la prestation dont ils constituent le prix soit à son tour effectuée. Mais l'on peut aussi imaginer programmer un véritable contrat informatisable de dépôt, voire de séquestre si un litige est en cours sur des actifs numériques.

La formation du contrat de dépôt, « le plus réel des contrats réels », est subordonnée à la remise volontaire de la chose¹²¹⁷. Comme établi pour le contrat de prêt, le contrat informatisable se prête à une tradition de la chose par le biais d'une transaction envoyée au smart contract, portant sur les actifs numériques objet du dépôt. Il n'y a donc pas d'obstacle à l'utilisation d'un contrat informatisable pour conclure un contrat de dépôt, de la même façon que pour un contrat de prêt ou un contrat de vente.

Enfin, une dernière formalité peut parfois s'avérer nécessaire, quel que soit le contrat informatisable envisagé, dès lors qu'il entre dans le cadre du commerce électronique.

435. Formalité complémentaire. Le double clic. Les contrats informatisables sont-ils soumis à l'exigence de double clic ? Des dispositions du code civil visent spécifiquement à protéger le consentement dans le cadre des contrats conclus par voie électronique¹²¹⁸, très utilisés en pratique et le plus souvent conclus entre absents¹²¹⁹. Dans l'arsenal de protection

¹²¹³ V. en ce sens, estimant que l'article 1918 du code civil exclut les biens incorporels : J. RAYNARD et J.-B. SEUBE, *Droit des contrats spéciaux, op. cit.*, n° 563.

¹²¹⁴ L'avant-projet de réforme du droit des contrats spéciaux propose de modifier l'article 1918 comme suit : « Le dépôt ne peut porter que sur des meubles, corporels ou incorporels ».

¹²¹⁵ V. sur le sujet, P.-Y. GAUTIER, « Le dépôt : exercices de qualification », *Revue des contrats*, n° 1, 2014, p. 149, en faveur de la qualification de dépôt pour le contrat de *cloud computing*.

¹²¹⁶ V. *supra*, §301.

¹²¹⁷ V. en ce sens, P. MALAURIE, L. AYNES et P.-Y. GAUTIER, *Droit des contrats spéciaux, op. cit.*, n° 601. Certes, l'article 1919 du code civil fait de la remise de la chose un élément de perfection du contrat, mais il en fait ainsi un contrat réel, ce que corrobore la définition figurant à l'article 1915 du code civil : « Le dépôt, en général, est un acte par lequel on reçoit la chose d'autrui, à la charge de la garder et de la restituer en nature ».

¹²¹⁸ Sur ces contrats, leurs particularités et leurs différences avec les smart contracts, v. *supra*, §120 s. et sur les apports des lois de 2000 et de 2004 en particulier, v. *supra*, §123. V. notamment les articles 1127-1 à 1127-3 du code civil (anciens articles 1369-1 et suivants).

¹²¹⁹ Pour un constat similaire, tiré de l'observation de la pratique des affaires, v. R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires, op. cit.*, n° 8, relevant l'importance des ressources informatiques dans le processus de négociations et de formation des contrats, par l'intermédiaire de courriers électroniques, rendant plus floue l'étape de formation du contrat. Toutefois, ce constat ne concerne que les contrats d'affaires négociés, et non la pratique quotidienne des contrats du commerce électronique, davantage visée par les mesures de protection évoquées.

prévu par le code civil, c'est surtout la règle du double clic¹²²⁰ qui retient notre attention au stade de la conclusion du contrat. Une fois l'acceptation manifestée par le double clic, il reviendra à l'offrant d'accuser réception de la commande immédiatement... formalité sans sanction et aujourd'hui largement automatisée. Toutefois, le champ d'application de cette exigence est très restreint puisqu'elle ne vaut que pour les contrats conclus par voie électronique entre un professionnel et un non professionnel, pour la fourniture de biens ou la prestation de services¹²²¹, à l'exclusion des contrats conclus par un échange de courriers électroniques. Il s'agit pour l'essentiel du commerce électronique¹²²², où l'exigence est en principe toujours respectée¹²²³.

Toutes les fois que le contrat informatisable entre dans le champ d'application du double clic, c'est-à-dire s'il concerne une opération du commerce électronique, il faudra s'assurer que cette exigence a été respectée, puis prévoir l'envoi automatique par le smart contract d'un accusé de réception, afin de se conformer aux règles de l'article 1127-2 du code civil. Cette exigence ne pose pas vraiment de difficulté, dès lors que les professionnels qui s'adresseront à des non-professionnels pour la conclusion d'un contrat informatisable portant sur la fourniture de biens ou de services auront le plus souvent développé une interface utilisateur afin de faciliter la conclusion de tels contrats, qui intégrera l'exigence légale double-clic, cette habitude étant bien ancrée dans la pratique. Il est toutefois nécessaire d'en prévoir le respect si les contrats informatisables venaient à se développer dans le cadre du commerce électronique.

Le contrat informatisable est donc formé en respectant un processus formel choisi par les parties, c'est-à-dire en déployant le smart contract sur la blockchain. Mais le moment exact de conclusion du contrat informatisable mérite d'être précisé, en raison du fonctionnement spécifique des blockchains.

¹²²⁰ Article 1127-2 du code civil, alinéa 1^{er} : « Le contrat n'est valablement conclu que si le destinataire de l'offre a eu la possibilité de vérifier le détail de sa commande et son prix total et de corriger d'éventuelles erreurs avant de confirmer celle-ci pour exprimer son acceptation définitive ». Or, cette règle permet seulement au client de vérifier sa commande, c'est-à-dire la chose et le prix. Les autres exigences prévues aux articles 1127-1 et 1127-3 sont très légères. Il suffit notamment à l'offrant professionnel d'apposer certaines mentions obligatoires et de permettre à l'acceptant d'avoir accès aux stipulations contractuelles et de pouvoir les conserver et les reproduire. Ainsi, l'acceptation de l'offre en ligne se révèle ainsi particulièrement simple au quotidien, comme le relève E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé, op. cit.*, n^{os} 271-272. L'auteur souligne que les gestes effectués sont en effet dénués de signification : cliquer, faire dérouler un texte. De cette manière, il constate un désintérêt pour le contenu précis du contrat : « Le client fait très rarement un examen de la proposition contractuelle ». Il a coché la case « prétendant qu'il avait lu les conditions générales, alors qu'il ne l'avait pas fait ». Or, « les stipulations ne lui en étaient pas moins opposables ».

¹²²¹ L'article 1127-1 du code civil se contente ainsi d'énoncer que les règles propres à ces contrats concernent « Quiconque propose à titre professionnel, par voie électronique, la fourniture de biens ou la prestation de services ».

¹²²² V. *supra*, §124.

¹²²³ V. toutefois, sur la pratique de l'achat en un clic qui a tendance à se répandre : M. LEVENEUR-AZEMAR, « L'achat en un clic, une partie triplement risquée pour les commerçants en ligne ! », CCC, n^o 4, 1^{er} avril 2018, p. 13-16.

B. *Le moment de conclusion du contrat informatisable*

436. Enjeux. Le contrat est conclu, mais quand a-t-il été conclu ? Plusieurs enjeux¹²²⁴ en droit positif sont liés à la détermination du moment de conclusion du contrat, tels que la mise en jeu des délais de rétraction et de réflexion, le maintien ou la révocabilité de l'offre ou encore la détermination de la loi applicable au contrat, c'est-à-dire la loi en vigueur au jour de la conclusion du contrat. Il faut en effet pouvoir déterminer si le retrait de l'offre est licite ou non selon le moment où il intervient, si le décès du pollicitant a un effet sur le maintien de l'offre, ou encore savoir sur qui pèse la charge des risques en cas d'offre de vente d'un corps certain¹²²⁵ et à quel moment est opéré le transfert de propriété – et dans ce domaine, on peut encore penser aux conflits entre acquéreurs successifs. Or, les spécificités propres aux contrats informatisables qui sont déployés sur une blockchain nécessitent de s'interroger sur le moment où le contrat peut véritablement être considéré comme conclu, notamment en raison du décalage pouvant se produire entre le moment où les signatures sont apposées et le moment où la transaction est effectivement horodatée dans la blockchain concernée.

À toutes fins utiles, il sera précisé à titre liminaire que la détermination du lieu de conclusion du contrat ne présente à l'inverse que peu d'intérêt et sera dès lors laissée de côté.

437. Précision liminaire : exclusion de la recherche du lieu de conclusion. Selon l'article 1121 du code civil, le contrat est réputé conclu au lieu où l'acceptation est parvenue : la règle ne pose en principe pas de difficulté. Le problème se corse lorsque le contrat est conclu en ligne, puisqu'il n'y a pas véritablement de lieu où l'acceptation est reçue ; et ce d'autant plus que la localisation des parties peut être inconnue ou fixée artificiellement¹²²⁶. S'agissant des contrats informatisables étudiés, l'acceptation est manifestée sur la blockchain, qui n'est pas plus localisable qu'un site internet. Il est donc difficile de déterminer le lieu de conclusion des contrats informatisables selon les règles de droit civil. Mais cette question revêt en réalité peu d'importance en droit positif¹²²⁷. Le lieu de formation du contrat est rarement l'élément retenu pour la compétence de territoriale en cas de contentieux : l'article 42 du code de procédure

¹²²⁴ V. sur les enjeux relatifs à la formation du contrat électronique, pour une réflexion proche, A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.* ; sur les enjeux en droit commun, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 219.

¹²²⁵ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 142.

¹²²⁶ v. S. POILLOT PERUZZETTO, « La loi applicable au contrat électronique », in *Le contrat électronique*, Association Henri Capitant (dir.), Éd. Panthéon-Assas, 2002, p. 35-58, qui précise ces possibilités, et souligne que l'immatérialité rend difficile la localisation, préférant choisir des critères de rattachement liés aux parties.

¹²²⁷ V. en ce sens, au sujet de l'article 1121 du code civil : O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations : commentaire article par article*, 2^e éd., LexisNexis, 2018, p. 157, et déjà en 2002 : A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 30 ; v. aussi F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 220.

civile¹²²⁸ retient par principe¹²²⁹ le lieu du domicile du défendeur tandis que le Règlement Rome I¹²³⁰ prévoit qu'est applicable au contrat la loi choisie par les parties (article 3) et à défaut, la loi du pays dans lequel le débiteur de la prestation caractéristique a sa résidence habituelle (article 4)¹²³¹. Il n'y a donc pas d'enjeu liés à la détermination du lieu de conclusion d'un contrat. En tout état de cause, il est fortement recommandé, comme pour tout contrat conclu en ligne, d'insérer une clause de choix de loi dans les contrats informatibles afin de prévenir toute incertitude en la matière.

La question du lieu de conclusion du contrat informatible ayant été écartée, il est désormais possible de répondre à celle du moment. En déterminant le moment de conclusion du contrat informatible, qui nécessite une double précision d'ordre technologique et d'ordre juridique (1), il sera ensuite possible d'envisager certains des enjeux de la détermination du moment de conclusion du contrat informatible (2).

1) La détermination du moment de conclusion du contrat informatible

438. En droit : la théorie de la réception et les particularités du contrat conclu par voie électronique. Lorsque les parties ne sont pas en présence, la rencontre des volontés a lieu de manière fractionnée, dans le temps et/ou dans l'espace. L'offre et l'acceptation peuvent intervenir dans des temps différents lorsque les parties utilisent un moyen de communication différé et dans ce cas, « un délai sépare nécessairement l'offre de l'acceptation ; l'accord se réalise en deux temps, séparés par un temps mort »¹²³². Ce constat est toujours valable à l'ère numérique, même si ce temps est nettement réduit et presque imperceptible, eu égard à la quasi instantanéité des échanges.

¹²²⁸ Article 42 du code de procédure civile : « La juridiction territorialement compétente est, sauf disposition contraire, celle du lieu où demeure le défendeur.

S'il y a plusieurs défendeurs, le demandeur saisit, à son choix, la juridiction du lieu où demeure l'un d'eux.

Si le défendeur n'a ni domicile ni résidence connus, le demandeur peut saisir la juridiction du lieu où il demeure ou celle de son choix s'il demeure à l'étranger. »

¹²²⁹ C'est seulement en droit du travail que le lieu de conclusion du contrat conserve une importance puisqu'il détermine le lieu de saisine du conseil des prud'hommes R1412-1 du code du travail. C'est précisément le lieu où le salarié a donné son acceptation.

¹²³⁰ Règlement (CE) n° 593/2008 du Parlement Européen et du Conseil du 17 juin 2008 sur la loi applicable aux obligations contractuelles (Règlement Rome I).

¹²³¹ Par ailleurs, le Règlement Rome I désigne sous certaines conditions la loi applicable aux contrats de consommation : il s'agit selon l'article 6 de « la loi du pays où le consommateur a sa résidence habituelle », et ce à des fins de protection. Dans tous les cas où le Règlement s'applique, il faudra donc connaître la résidence du débiteur de la prestation caractéristique ou du consommateur... si les parties n'ont pas prévu de clause de choix de loi.

¹²³² F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 130.

Mettant fin à des tergiversations doctrinales et jurisprudentielles sur le choix entre le système de l'émission et le système de la réception¹²³³, la réforme menée par l'ordonnance du 10 février 2016 propose une solution simple à mettre en œuvre, se fondant sur la théorie de la réception, particulièrement adaptée pour les contrats à distance¹²³⁴. L'article 1121 du code civil prévoit ainsi que « Le contrat est conclu dès que l'acceptation parvient à l'offrant. Il est réputé l'être au lieu où l'acceptation est parvenue ». La solution permet désormais de déterminer sans incertitude le moment et le lieu de la formation du contrat en les fixant à la réception de l'acceptation par l'offrant.

Une difficulté subsiste pour le contrat conclu par voie électronique, dont le régime n'a pas été modifié par la réforme¹²³⁵. Faut-il analyser la double formalité de l'article 1127-2¹²³⁶, à savoir l'exigence du double clic et de l'accusé de réception de l'acceptation par le professionnel, comme une exception à la théorie de la réception consacrée à l'article 1121¹²³⁷ ? Le contrat ne serait conclu qu'une fois ces éléments reçus. Il nous semble toutefois qu'il est possible de combiner la théorie de la réception de l'article 1121 du code civil avec la lettre de l'article 1127-2 du code civil, alinéa premier, qui subordonne l'acceptation définitive de l'offre à la formalité du double-clic. Le contrat sera conclu au moment où l'acceptation par double-clic est parvenue à l'offrant¹²³⁸, c'est-à-dire le professionnel en matière de contrat du commerce électronique. En

¹²³³ *Ibid.*, n^{os} 140-141 : pour rappel, dans le système de l'émission, le contrat est formé dès l'acceptation tandis que dans le système de la réception, le contrat formé au moment où le pollicitant a connaissance de l'acceptation) ; v. aussi F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n^{os} 222-225.

¹²³⁴ G. BRUNAUX, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, *op. cit.*, n^o 407 s., : l'auteur affirmait déjà que la théorie de la réception devait s'appliquer à toutes sortes de contrats conclus à distance.

¹²³⁵ G. LOISEAU, « Le contrat électronique, l'indigent de la réforme du droit des contrats », *op. cit.*

¹²³⁶ Article 1127-2 du code civil : « Le contrat n'est valablement conclu que si le destinataire de l'offre a eu la possibilité de vérifier le détail de sa commande et son prix total et de corriger d'éventuelles erreurs avant de confirmer celle-ci pour exprimer son acceptation définitive.

L'auteur de l'offre doit accuser réception sans délai injustifié, par voie électronique, de la commande qui lui a été adressée.

La commande, la confirmation de l'acceptation de l'offre et l'accusé de réception sont considérés comme reçus lorsque les parties auxquelles ils sont adressés peuvent y avoir accès ».

¹²³⁷ Selon des commentateurs de la réforme, plusieurs interprétations sont possibles : « soit estimer que, ce dernier texte [l'article 1127-2] n'ayant aucune prétention à déterminer la date de conclusion du contrat électronique, c'est la solution de l'article 1121 nouveau qui l'emporte. Soit considérer au contraire que l'article 1127-2, alinéa 3 retarde la formation du contrat électronique à la mise à disposition de l'accusé de réception émanant de l'offrant. À moins, encore, que l'on estime que l'adjonction du terme « définitive » au terme « acceptation » à l'alinéa 1 ne manifeste une volonté, de la part de l'ordonnance, de tenir le contrat comme formé à l'instant de la confirmation (le « double-clic ») ? » (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 196).

¹²³⁸ Même si certains avancent que retenir la théorie de l'émission protégerait davantage l'acceptant dans les contrats conclus par voie électronique, c'est-à-dire souvent le consommateur, notamment contre d'éventuels problèmes techniques J. HUET, « Synthèse - Contrats électroniques », in *JCl Contrats - Distribution*, LexisNexis, 2021, n^o 8 : « Si un incident se produit dans la communication, tel qu'une interruption ou un piratage par exemple, il est nécessaire de décider si le contrat est déjà formé, nonobstant le défaut de réception du message d'acceptation. La théorie de l'émission de l'acceptation présenterait le mérite de préserver les droits de l'acceptant qui ne serait pas confronté au risque de retard dans la transmission ou de retrait de l'offre intervenu pendant la durée de l'incident technique » ; dans le même sens, P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n^o 412.41 ; v. aussi C. MANGIN, *L'expression numérique du consentement contractuel*, *op. cit.*, n^{os} 404-405 : l'auteur en conclut que « la spécificité du contrat électronique justifierait

effet, seule la formalité du double-clic est nécessaire pour que le contrat soit « valablement conclu ». Les autres exigences relèvent davantage d'un formalisme probatoire¹²³⁹, sans qu'une sanction spécifique soit mentionnée. Le troisième alinéa de l'article 1127-2 pose d'ailleurs une présomption de réception, s'inscrivant ici non pas sur le terrain de la validité mais de la preuve. La théorie de la réception trouve donc ici une expression numérique qui fonctionne à notre sens et pourra être adaptée aux contrats informatisés.

439. La contrainte technique propre aux blockchains. Pour les contrats informatisés, l'offre et l'acceptation s'expriment nécessairement par des transactions signées cryptographiquement et enregistrées dans une blockchain permettant ensuite au smart contract de produire ses effets sans risque de falsification. Dans un premier temps, l'offrant émet une transaction afin de proposer le smart contract ; dans un second temps, l'acceptant envoie une transaction permettant d'interagir avec le smart contract, signifiant ainsi son acceptation définitive. La signature cryptographique de la seconde transaction permettrait ainsi de sceller l'accord des parties. Mais un élément technique supplémentaire vient s'ajouter, dans le cadre des blockchains publiques¹²⁴⁰ : il faut encore que le bloc contenant cette transaction d'acceptation soit enregistré dans la blockchain pour considérer que l'acceptation a bien été prise en compte – bien été *reçue*, plus précisément. Si le bloc n'est jamais enregistré et horodaté, cela signifie que la transaction n'a pas été prise en compte¹²⁴¹ et ne s'exécutera donc pas.

440. L'horodatage, moment de conclusion du contrat. Ainsi, c'est l'horodatage¹²⁴² du bloc contenant la transaction d'acceptation du smart contract qui permet de déterminer le moment de formation de conclusion du contrat. L'horodatage est le moment exact¹²⁴³ où le bloc a été enregistré dans la blockchain concernée et c'est donc cette date qui sera retenue, avec une précision et une infalsifiabilité propre à toute blockchain publique. Cette modalité technique est en adéquation avec la théorie de la réception, selon laquelle l'acceptation doit être parvenue à l'offrant. En effet, l'acceptation est réputée reçue lorsque la partie à laquelle elle est adressée peut y avoir accès, selon l'article 1127-2 précité. Les conditions sont donc remplies sur toute

l'adoption d'une règle particulière, concernant la détermination du moment de formation du contrat » et de ne pas retenir la théorie de la réception. *Contra*, G. BRUNAU, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, *op. cit.*, n° 407 prônant l'application de la théorie de la réception.

¹²³⁹ V. en ce sens, A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 33.

¹²⁴⁰ La solution doit être adaptée à chaque type de blockchain (blockchain privée et blockchain de consortium) : ce sont les règles propres à chaque protocole qui permettent de déterminer le moment où une transaction est définitivement inscrite dans la blockchain concernée.

¹²⁴¹ V. *supra*, §76-80 sur le fonctionnement des blocs et des transactions dans une blockchain publique.

¹²⁴² Pour un rappel sur l'horodatage, v. *supra*, §78.

¹²⁴³ Il faut souligner que toutes les blockchains ne fonctionnent pas de la même façon et ne proposent pas un horodatage fondé sur le même modèle. Le développement technique de solutions permettant de déterminer l'heure et la date de chaque bloc dans l'ensemble des blockchains permettra de donner une réponse technique uniforme en la matière.

blockchain : dès qu'un bloc est enregistré et horodaté, les parties concernées y ont accès. L'acceptation de l'offre de contrat informatisable est donc définitive lorsque la transaction la contenant est validée et intégrée au sein d'un bloc horodaté.

Il est proposé de reconnaître la règle suivante :

Dans les contrats informatisables, l'acceptation de l'offre est considérée comme parvenue à l'offrant au moment de l'horodatage de la transaction d'acceptation dans le dispositif d'enregistrement électronique partagé utilisé par les parties, conformément aux modalités prévues par décret en Conseil d'État.

2) Les enjeux relatifs au moment de conclusion du contrat

441. Le maintien et la révocabilité de l'offre. Traduction informatique. Avant toute acceptation, l'offre est en principe librement révocable¹²⁴⁴. La réforme de 2016 a permis de préciser et rendre plus clair le régime de l'offre dans les cas plus délicats. Ainsi, si l'offre est déjà parvenue à son destinataire, le pollicitant ne pourra se rétracter avant l'expiration du délai exprès ou d'un délai raisonnable¹²⁴⁵ – toutefois, la sanction réside seulement dans l'octroi de dommages et intérêts puisque l'on ne peut forcer l'autre à consentir : il ne peut pas y avoir d'exécution forcée du contrat, faute de rencontre des volontés. La réforme a entendu rappeler ici le principe de liberté contractuelle. C'est aussi au sujet de la caducité de l'offre que la détermination du moment de la formation du contrat est cruciale. En effet, l'article 1117 du code civil prévoit désormais que « l'offre est caduque à l'expiration du délai fixé par son auteur ou, à défaut, à l'issue d'un délai raisonnable. Elle l'est également en cas d'incapacité ou de décès de son auteur, ou de décès de son destinataire ». La caducité de l'offre entraîne l'impossibilité de former le contrat même si l'offre est acceptée... tant que l'acceptation ne parvient pas au pollicitant avant la réalisation de la cause de caducité.

¹²⁴⁴ Article 1115 du code civil : « Elle peut être librement rétractée tant qu'elle n'est pas parvenue à son destinataire ». Et déjà, avant la réforme, v. F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 134 sur les effets de l'offre : « tant que l'offre n'est pas parvenue à la connaissance du destinataire, elle peut être utilement rétractée ». « Même lorsque le destinataire a eu connaissance de l'offre, la jurisprudence décide qu'en principe le pollicitant n'est pas lié et peut se rétracter jusqu'à ce qu'une acceptation soit intervenue », sauf dans le cas d'une offre avec délai d'acceptation. V. aussi P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 291.

¹²⁴⁵ Article 1116 du code civil : « Elle ne peut être rétractée avant l'expiration du délai fixé par son auteur ou, à défaut, l'issue d'un délai raisonnable.

La rétractation de l'offre en violation de cette interdiction empêche la conclusion du contrat.

Elle engage la responsabilité extracontractuelle de son auteur dans les conditions du droit commun sans l'obliger à compenser la perte des avantages attendus du contrat. »

S'agissant des contrats informatibles, ces solutions devront être codées au sein du programme informatique : le smart contract peut prévoir un délai au-delà duquel toute transaction d'acceptation serait rejetée, empêchant ainsi la formation du contrat par une impossibilité technique d'interagir avec le smart contract ; en d'autres termes, une fonction informatique traduisant la libre révocabilité de l'offre au terme d'un certain délai, faculté prévue à l'article 1116 précité. De la même manière, il est possible de programmer informatiquement les cas de caducité de l'article 1117 précité et de prévoir la transmission au smart contract de l'information de la réalisation d'un cas de caducité par un oracle indépendant¹²⁴⁶. Il serait également envisageable de programmer informatiquement la sanction en dommages et intérêts en cas de révocation illicite de l'offre de smart contract, conformément à l'article 1116, alinéa 2, du code civil : l'exercice de la faculté de révocation de l'offre de smart contract – si elle est prévue par le code – pourrait être suivi automatiquement du versement d'une somme en cryptomonnaie au destinataire de l'offre (ce qui suppose évidemment que chaque contractant ait un portefeuille en cryptomonnaie), si l'offre est révoquée avant l'expiration du délai prévu.

442. Les délais de réflexion et de rétractation. Transposition aux contrats informatibles. Bien connus en droit de la consommation, les délais de réflexion et de rétractation ont été intégrés dans le code civil à l'article 1122¹²⁴⁷, cette disposition précisant que de tels délais peuvent être le fruit de dispositions légales impératives ou de stipulations contractuelles – donnant ici un siège textuel à la clause de dédit¹²⁴⁸. Pendant le délai de réflexion, il n'est pas encore possible d'accepter l'offre ; pendant le délai de rétractation (ou suivant la clause de dédit), il est permis de reprendre son acceptation. Le but recherché est la préservation la réflexion du futur contractant, le plus souvent un consommateur¹²⁴⁹, notamment

¹²⁴⁶ Sur les oracles, v. *supra*, §101.

¹²⁴⁷ Article 1122 du code civil : « La loi ou le contrat peuvent prévoir un délai de réflexion, qui est le délai avant l'expiration duquel le destinataire de l'offre ne peut manifester son acceptation ou un délai de rétractation, qui est le délai avant l'expiration duquel son bénéficiaire peut rétracter son consentement. ». V. sur le sujet, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 161 s.

¹²⁴⁸ La clause de dédit est définie comme un droit de rétractation conventionnel, une faculté de se délier (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 653). Certains regrettent l'absence de réglementation spécifique par la réforme de 2016 de cette clause pourtant très pratiquée : O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 162.

¹²⁴⁹ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, op. cit., n° 134 ; l'article L.221-18 du code de la consommation prévoit ainsi un délai de rétractation de quatorze jours à compter de la réception du bien ou de la conclusion du contrat pour les prestations de services. Mais la renonciation est possible : l'article L.221-25 dispose que « Si le consommateur souhaite que l'exécution d'une prestation de services ou d'un contrat mentionné au premier alinéa de l'article L. 221-4 commence avant la fin du délai de rétractation mentionné à l'article L. 221-18, le professionnel recueille sa demande expresse par tout moyen pour les contrats conclus à distance et sur papier ou sur support durable pour les contrats conclus hors établissement ». Et l'article L.221-28 prévoit la liste des contrats où le droit de rétractation ne peut être exercé, parmi lesquels on peut citer (1° et 13°) les contrats « de fourniture de services pleinement exécutés avant la fin du délai de rétractation » et les contrats « de fourniture d'un contenu numérique non fourni sur un support

en imposant au pollicitant professionnel de maintenir son offre pendant ce délai. Ainsi, l'écoulement du délai de réflexion retarde la rencontre des volontés tandis que l'écoulement du délai de rétractation est un élément nécessaire à la perfection du contrat, c'est-à-dire à l'achèvement de sa formation, suivant l'analyse proposée par Mme Bleusez¹²⁵⁰.

Pour les contrats informatibles, la transposition informatique de ces règles d'origine légale ou conventionnelle ne présentera aucune difficulté, si bien sûr elles sont codées en amont ; si l'on est en présence d'un pur smart contract, il sera impossible de faire respecter des normes légales impératives, faute de les avoir programmées dans le code du smart contract. Il suffit de prévoir la clause en langage naturel le cas échéant, et surtout sa version informatique. S'agissant du délai de réflexion, la fonction insérée dans le smart contract empêchera la prise en compte de la transaction d'acceptation par le smart contract avant l'écoulement du délai. Si l'acceptant envoie une transaction d'acceptation avant l'expiration du délai, elle sera rejetée et il devra en former une nouvelle une fois le temps écoulé. Quant au délai de rétractation ou à la clause de dédit, il s'agit ici de programmer un élément de perfection du contrat informatible, déjà formé par l'acceptation. Il peut se traduire par une fonction « *stop* », arrêtant le cours du smart contract¹²⁵¹, tant que le délai ne sera pas écoulé. Le smart contract ne s'exécutera que si la possibilité de se rétracter n'a pas été exercée dans ce délai. Si en revanche l'acceptant s'est rétracté, le smart contract ne pourra plus produire aucun effet, grâce à la mise en œuvre de la fonction d'arrêt définitif, la fonction « *selfdestruct* »¹²⁵².

443. L'application de la loi dans le temps et le contrat informatible. La loi applicable à un contrat est, classiquement, celle en vigueur au jour de sa conclusion¹²⁵³. Cette solution classique trouve à s'appliquer sans difficulté au contrat informatible, qui doit respecter les normes en vigueur lors de sa conclusion, c'est-à-dire au moment de son horodatage dans la blockchain concernée. La question qui pourrait être délicate à résoudre est celle d'une éventuelle application immédiate d'une loi nouvelle aux contrats en cours, par dérogation au principe de non-rétroactivité.

S'il n'est pas techniquement possible de programmer l'application du droit dans le code informatique des smart contracts¹²⁵⁴, puisqu'ils fonctionnent en vase clos et suivant les

matériel », dans les deux cas dont l'exécution a commencé après accord préalable exprès du consommateur et renoncement exprès à son droit de rétractation.

¹²⁵⁰ M. BLEUSEZ, *La perfection du contrat*, *op. cit.* et sur cette analyse, v. *supra*, §428.

¹²⁵¹ V. *infra*, §544.

¹²⁵² V. *infra*, §544.

¹²⁵³ Ce principe découle du principe de non-rétroactivité de la loi prévu à l'article 2 du code civil. Ainsi, une loi nouvelle ne peut remettre en cause une situation juridique valablement constituée sous l'empire de la loi ancienne. V. sur le sujet, *Rapport annuel 2014 de la Cour de cassation. Le temps dans la jurisprudence de la Cour de cassation*, 2014, p. 306

¹²⁵⁴ La règle de droit n'est pas insérée dans le code informatique du smart contract. Pour autant, le smart contract est soumis au droit et doit se plier aux normes applicables. En cas de contentieux, un smart contract programmé sans

règles établies lors de leur programmation, il est en revanche certain qu'en cas de contentieux, les règles nouvelles trouveront à s'appliquer au contrat informatisable conclu sous la loi ancienne. La solution est donc la même pour tout type de contrat, peu importe le caractère informatique de sa rédaction et de son exécution.

La situation n'est toutefois pas toujours simple lorsque la loi en vigueur tend à contrer la liberté contractuelle par des règles impératives. La conclusion du contrat informatisable doit à la fois pouvoir bénéficier de la liberté contractuelle propre à tout contrat, sans empêcher pour autant l'application des règles impératives.

II. La conclusion du contrat informatisable sous le prisme de la liberté contractuelle

444. Le principe de liberté contractuelle et ses atteintes. La liberté contractuelle¹²⁵⁵, désormais principe à valeur constitutionnelle¹²⁵⁶ et principe de droit privé inscrit dans le code civil¹²⁵⁷, irrigue la conclusion de tout contrat et se décline en quatre propositions : « Chacun est libre de contracter ou de ne pas contracter, de choisir son cocontractant et de déterminer le contenu et la forme du contrat dans les limites fixées par la loi », selon l'article 1102 du code civil. Ces quatre déclinaisons de la liberté contractuelle doivent tout autant bénéficier aux contrats informatisables. Comme tout principe cependant, la liberté contractuelle connaît nombre d'exceptions. Les atteintes portées à la liberté contractuelle sont autorisées par la loi et

conformité au droit en vigueur pourra être sanctionné. Sur la nécessaire soumission de la blockchain et des smart contracts au droit, v. *supra*, §22.

¹²⁵⁵ V. sur le sujet, M. LATINA, « Contrat : généralités », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, 2021, n^{os} 101-113 ; B. PETIT et S. ROUXEL, « Art. 1101 et 1102 - Fasc. unique : Contrat. Définition du contrat et liberté contractuelle », in *JCl. Civil Code*, LexisNexis, 2021 ; L. LEVENEUR, « La liberté contractuelle en droit privé : les notions de base (autonomie de la volonté, liberté contractuelle, capacité...) », *AJDA*, 1998, p. 676-682 ; J. GHESTIN, « La consécration de la valeur constitutionnelle de la liberté contractuelle », *JCP G*, n^o 37, 9 septembre 2013, p. 929.

¹²⁵⁶ La valeur constitutionnelle de la liberté contractuelle a été reconnue d'abord par une décision n^o 98-401 DC du 10 juin 1998 puis nettement affirmée dans la décision n^o 2000-437 DC du 19 décembre 2000 : elle découle de l'article 4 de la Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen, selon lequel « La liberté consiste à pouvoir faire tout ce qui ne nuit pas à autrui : ainsi, l'exercice des droits naturels de chaque homme n'a de bornes que celles qui assurent aux autres Membres de la Société la jouissance de ces mêmes droits. Ces bornes ne peuvent être déterminées que par la Loi ». V. sur le sujet, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n^o 118 s. Le principe a été réitéré et affirmé pleinement en 2013 (Cons. const., déc. 13 juin 2013, n^o 2013-672 DC, note J. GHESTIN, « La consécration de la valeur constitutionnelle de la liberté contractuelle », *op. cit.*).

¹²⁵⁷ La liberté contractuelle a été consacrée à l'article 1102 du code civil par la réforme de 2016, au sein des principes directeurs du droit des contrats, parmi lesquels on compte également la bonne foi et la force obligatoire des contrats (M. LATINA, « Contrats, principes directeurs », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, 2017 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n^o 126). Elle était toutefois déjà reconnue comme un principe directeur du droit des contrats : J. GHESTIN, G. LOISEAU et Y.-M. SERINET, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. 1 : Le contrat - Le consentement*, *op. cit.*, n^o 233.

relèvent de l'ordre public, comme énoncé à l'alinéa 2 de l'article 1102 du code civil¹²⁵⁸, en écho à l'article 6 du code civil¹²⁵⁹. Cette notion floue, qui intègre aujourd'hui tant les bonnes mœurs que les droits fondamentaux¹²⁶⁰, s'est progressivement développée au point de porter des atteintes de plus en plus fortes à la liberté contractuelle¹²⁶¹.

Les contrats informatisables pourront-ils être soumis à ces exigences qui viennent limiter la liberté contractuelle, et surtout les respecter ? La confrontation entre les spécificités des contrats informatisables et les restrictions à la liberté contractuelle, dans toutes ses déclinaisons, aura pour conséquence d'identifier la limitation du recours à ces instruments techno-contractuels qui pourrait en résulter. En effet, si les contrats informatisables ne peuvent pas respecter certaines normes imposées, ils devront être écartés, sauf à trouver des adaptations envisageables. L'analyse suivra les déclinaisons de la liberté contractuelle : d'une part, la liberté de contracter et la liberté de choisir son contractant (A) ; d'autre part, la liberté de déterminer le contenu (B).

445. Liberté de la forme. Rappel. Il sera simplement fait mention de la dernière déclinaison de la liberté contractuelle prévue à l'article 1102, la forme du contrat ayant déjà été traitée au sujet du processus de conclusion du contrat¹²⁶². La réforme, consacrant cette déclinaison de la liberté contractuelle, a permis de préciser que les parties peuvent « convenir de subordonner la validité de leur accord à une certaine formalisation de celui-ci »¹²⁶³, prenant acte de cette liberté déjà reconnue¹²⁶⁴. Le contrat informatisable s'inscrit dans cette liberté : tout en étant consensuel dans son mode de conclusion, il revêt une forme qui lui est propre. Le contrat ne peut en effet être informatisable que s'il est conclu par le biais d'un smart contract¹²⁶⁵

¹²⁵⁸ Article 1102 du code civil : « Chacun est libre de contracter ou de ne pas contracter, de choisir son cocontractant et de déterminer le contenu et la forme du contrat dans les limites fixées par la loi.

La liberté contractuelle ne permet pas de déroger aux règles qui intéressent l'ordre public. »

¹²⁵⁹ Article 6 du code civil : « On ne peut déroger, par des conventions particulières, aux lois qui intéressent l'ordre public et les bonnes mœurs ».

¹²⁶⁰ La notion n'est pas définie dans le code civil. Les auteurs s'accordent aujourd'hui sur cette incorporation. V. F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats : consolidations, innovations, perspectives*, 2^e éd., Dalloz, 2018, n° 121.22. L'auteur souligne que selon le rapport au président de la République présentant la réforme du droit des contrats, la notion de bonnes mœurs est considérée comme désuète au regard de l'évolution de la société et a été absorbée par l'ordre public. De la même manière, les droits fondamentaux apparaissent relever de l'ordre public au sens de l'article 1102. V. aussi sur le sujet, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 102 s.

¹²⁶¹ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n°s 118-119 ; v. aussi, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n°s 36-37, où les auteurs expliquent que l'ordre public est en plein essor à partir de la deuxième moitié du XX^e siècle avec l'ordre public de direction, de protection... et que l'interventionnisme étatique altère gravement la liberté des parties de déterminer le contenu de leur contrat, voire de contracter ou de choisir le contractant.

¹²⁶² V. *supra*, §424 et s.

¹²⁶³ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 101.

¹²⁶⁴ J. GHESTIN, G. LOISEAU et Y.-M. SERINET, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. 1 : Le contrat - Le consentement, op. cit.*, n° 245.

¹²⁶⁵ De la même manière, un contrat n'est dit « conclu par voie électronique », que s'il est conclu par voie électronique, ou à distance, que s'il n'est pas conclu entre présents.

– quand bien même existerait également une version en langage naturel des termes contractuels. Les parties ont librement choisi d’ajouter une formalité supplémentaire à leur contrat, ici la signature cryptographique du smart contract ou contrat hybride¹²⁶⁶.

A. La liberté de contracter et de choisir son contractant

446. L’entrée dans le processus contractuel. Les deux premières déclinaisons du principe de liberté contractuelle sont relatives à la volonté d’entrer une relation contractuelle. Il s’agit d’abord de la liberté de contracter ou de ne pas contracter, qui connaît des restrictions non négligeables en raison d’un certain interventionnisme législatif (1) ; ensuite, de la liberté de choisir son contractant, qui là aussi peut être restreinte en raison de certaines exigences légales (2). Pour ces deux principes et leurs restrictions, les contrats informatibles paraissent généralement pouvoir respecter les règles établies.

1) La liberté de contracter ou de ne pas contracter

447. Le principe et ses restrictions. Cette première déclinaison découle immédiatement de l’autonomie de la volonté¹²⁶⁷. Puisque chacun n’est tenu que parce qu’il l’a voulu, chacun est libre de contracter ou de ne pas contracter¹²⁶⁸. À cette liberté d’entrer dans une relation contractuelle fait écho la liberté de modifier le contrat ou d’y mettre fin d’un commun accord¹²⁶⁹, au cours de la vie du contrat : les parties qui sont librement entrées dans le contrat

¹²⁶⁶ V. *supra*, §429 et s. Du fait de ses caractéristiques propres, le contrat informatible ne pourra pas être un contrat réel, ni un contrat solennel – sauf dans ce dernier cas à pouvoir être passé devant notaire... ce qui ne relève pas aujourd’hui d’une réalité envisageable.

¹²⁶⁷ V. en ce sens, B. PETIT et S. ROUXEL, « Art. 1101 et 1102 - Fasc. unique : Contrat. Définition du contrat et liberté contractuelle », *op. cit.*, n° 31, rappelant que la théorie de l’autonomie de la volonté se traduit par la liberté contractuelle, la force obligatoire et l’effet relatif du contrat. « Si la liberté contractuelle ne s’identifie donc pas à l’autonomie de la volonté, elle en constitue cependant la manifestation principale et en tout cas celle qui concentre l’essentiel des critiques et des évolutions ». V. également, C. LARROUMET et S. BROS, *Les obligations, le contrat*, 9^e éd., Economica, 2018, n° 100 : « On peut conclure un contrat comme on peut refuser de le conclure. C’est l’expression la plus abrupte et la plus simple de l’autonomie de la volonté ». Sur l’autonomie de la volonté et les évolutions de la réception de la théorie, v. *supra*, §348, et en particulier C. PERES, « Autonomie de la volonté », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*, p. 17 ; F. CHENEDE, « De l’autonomie de la volonté à la justice commutative, du mythe à la réalité », in *Annuaire de l’Institut Michel Villey*, n° 4, *Devenirs de l’autonomie de la volonté*, Dalloz, 2012, p. 155-181 ; V. RANOUIL, *L’autonomie de la volonté : naissance et évolution d’un concept*, PUF, 1980.

¹²⁶⁸ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 117 ; v. aussi, L. LEVENEUR, « La liberté contractuelle en droit privé », *op. cit.* qui donne l’exemple suivant : le propriétaire d’un bien peut refuser de le vendre pour une somme très avantageuse, comme il peut choisir de vendre un bien que ses héritiers auraient souhaité qu’il conserve. De même, une personne ne peut pas être contrainte d’émettre une offre de contrat, d’en accepter une, ou même d’entrer en négociation.

¹²⁶⁹ J. GHESTIN, G. LOISEAU et Y.-M. SERINET, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. 1 : Le contrat - Le consentement*, *op. cit.*, n° 243. C’est ce que prévoit l’article 1193 du code civil.

peuvent librement en modifier les termes ou parvenir à un *mutuus dissensus*. Pourtant la volonté ne suffit pas, dans certains domaines, pour choisir de conclure ou de refuser un contrat : la loi impose¹²⁷⁰ ou interdit¹²⁷¹ parfois la conclusion de certains contrats¹²⁷². L'atteinte à la liberté de ne pas contracter est particulièrement grave, puisqu'un individu peut se retrouver obligé sans y avoir vraiment consenti¹²⁷³.

448. L'application aux contrats informatibles. Sur ce point, les contrats informatibles ne présentent pas vraiment de spécificités. Si un contrat interdit est conclu, les parties s'exposeront au prononcé de la nullité du contrat par le juge et devront procéder aux restitutions nécessaires puisque le contrat est censé n'avoir jamais existé¹²⁷⁴. S'agissant des contrats imposés, le code informatique pourrait parfois permettre d'observer les règles impératives, à condition d'anticiper les situations susceptibles de créer une obligation de contracter. Par exemple, un contrat d'achat ou de leasing d'un véhicule contrôlable à distance, conclu sous la forme d'un contrat informatible, pourrait inclure l'obligation de conclure un contrat d'assurance dédié. Cette obligation s'exprimerait tout simplement par la logique conditionnelle : si l'achat de la voiture est exécuté, alors le contrat informatible d'assurance obligatoire lié à cet achat sera automatiquement proposé. Il reviendra seulement aux parties de signer cryptographiquement le nouveau contrat d'assurance. Et pourquoi pas alors soumettre le transfert du contrôle numérique du véhicule à cette condition de signature du contrat d'assurance ? De la même façon, le renouvellement du bail est automatisable par un smart contract, et d'autres exemples pourraient être trouvés et mis en place.

¹²⁷⁰ C'est notamment le cas des assurances obligatoires, que l'acquéreur d'un véhicule doit souscrire, par exemple (article L. 211-1 du code des assurances ; pour une liste des assurances obligatoires, v. la liste dressée par le Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie à jour au 1^{er} septembre 2018, reproduite à l'Annexe 6 du code des assurances édité par LexisNexis, 2022, p. 1899 s.) ; ou encore du droit au renouvellement du bail commercial à certaines conditions (article L.145-8 du code de commerce). C'est aussi l'exemple de la pénalisation du refus de vendre à un consommateur (articles L. 121-11 et R. 132-1 du code de la consommation).

¹²⁷¹ L'interdiction de conclure certains contrats peut se manifester exceptionnellement en cas d'incapacité du contractant, ou suivant l'objet du contrat : il n'est pas possible de contracter sur des choses qui ne sont pas dans le commerce (L. LEVENEUR, « La liberté contractuelle en droit privé », *op. cit.*). V. par ex., en matière de vente, l'article 1598 du code civil : « Tout ce qui est dans le commerce peut être vendu lorsque des lois particulières n'en ont pas prohibé l'aliénation » ; ou encore l'article 1878 pour le prêt à usage. L'incapacité de jouissance peut empêcher de contracter des mineurs, mais la sanction est la nullité relative du contrat ; l'interdiction vise davantage des libéralités : par exemple, les membres des professions médicales et de la pharmacie ne peuvent-ils jamais recevoir de libéralités de la part de leurs patients (article 909 du code civil).

¹²⁷² V. sur le sujet des contrats interdits ou imposés, F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats*, *op. cit.*, n° 121.22 ; A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 37.

¹²⁷³ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 121. L'atteinte sera indirecte si l'individu ne peut échapper au contrat qu'en refusant de travailler, de voyager, etc. (c'est l'exemple des conventions collectives, des conditions des transports). L'atteinte sera directe si une partie est forcée de contracter (sanction du refus de vendre ; reconduction imposée du contrat ; clauses d'approvisionnement minimum).

¹²⁷⁴ Sur la mise en pratique et les conséquences de la nullité, v. *infra*, §533 s. et §541 s.

449. Le smart contract comme outil au service de la loi ? Le code informatique pourra ainsi favoriser dans certains cas le respect des normes impératives si les parties le prévoient en amont ou si les modèles de smart contracts viennent à intégrer ces fonctions¹²⁷⁵. Or, si l'on veut permettre une véritable utilisation des smart contracts en tant que contrat à part entière, il y a tout intérêt à prôner l'insertion du respect des normes légales impératives dans le code informatique afin d'assurer une conformité des contrats informatisés au droit positif et à l'ordre public. En assurant un respect parfait des normes applicables, le smart contract pourrait alors faire office d'outil de police contractuelle au service de la loi. L'anticipation dans la programmation couplée à l'irrésistibilité de l'exécution permettrait de rendre l'outil smart contractuel juridiquement très efficace. Un travail d'ampleur doit être mené afin de permettre cette traduction dans le smart contract de normes contractuelles et légales. Pour cela, une coopération entre métiers du droit et métiers de l'informatique s'avère indispensable¹²⁷⁶.

À l'inverse, en automatisant ces conclusions ou renouvellement de contrats, les parties devront veiller à ne pas entraver pour autant la liberté de ne pas contracter ou de choisir son contractant.

2) *La liberté de choisir son contractant*

450. Le principe et ses restrictions. Cette deuxième déclinaison de la liberté contractuelle implique que chacun doit pouvoir contracter avec qui il veut, sans que l'on puisse lui imposer le choix du contractant ou au contraire lui interdire de conclure avec certaines personnes. La liberté de choisir son contractant permet notamment de donner une place importante à l'*intuitu personae* en droit des contrats : une personne choisira son cocontractant en raison de son savoir-faire, de sa compétence, de sa célérité, etc.¹²⁷⁷. Enfin, la liberté de choisir son cocontractant permet tout autant de refuser de conclure avec une personne, quelles que soient les raisons qui animent ce choix. Cette liberté connaît quelques restrictions, liées notamment à la capacité de conclure un contrat¹²⁷⁸, ou plus récemment à une obligation de non-

¹²⁷⁵ V. également *infra*, §461 s.

¹²⁷⁶ Sur cette coopération pour la rédaction du contrat informatisable, v. *infra*, §460.

¹²⁷⁷ V. la thèse de M. Valleur, notamment, qui souligne que le choix du cocontractant est tel que sinon, il ne se serait pas engagé. On recherche une aptitude, la personnalité, la confiance..., que l'on retrouve particulièrement dans les professions libérales, artistiques, ou chez les entrepreneurs, etc. Les contrats les plus concernés sont le mariage, le mandat, la donation (F. VALLEUR, *L'intuitu personae dans les contrats*, th. Paris, 1938, n° 1). L'auteur précise bien que « c'est en réalité l'obligation ou la créance que colore l'intuitus personæ » et qu'il convient pour chaque contrat de préciser « quelle est l'obligation ou la créance dont le régime juridique porte l'empreinte de l'intuitus personæ » (n° 12).

¹²⁷⁸ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 120 : ces restrictions sont édictées par le législateur et concernent notamment les libéralités faites à certaines personnes ou encore les ventes entre époux.

discrimination¹²⁷⁹. À l'inverse, la loi impose parfois de préférer un contractant plutôt qu'un autre – c'est par exemple le mécanisme du droit de préemption¹²⁸⁰.

451. Application aux contrats informatibles. Pour les contrats informatibles, la liberté de choisir son cocontractant est en principe respectée. Deux cas de figure sont à envisager, suivant la révélation de l'identité des contractants ou non. Si l'identité du cocontractant est couverte par le pseudonymat propre à la blockchain¹²⁸¹, ce qui est souvent le cas pour les purs smart contracts, le risque est de ne pas pouvoir respecter les règles restrictives, notamment en matière de capacité¹²⁸². À l'inverse, le pseudonymat respecte par nature le principe de non-discrimination, faute de véritablement choisir le contractant, et ce par choix. Si les parties ont décidé de dévoiler leur identité, ce qui sera le plus souvent le cas pour les contrats hybrides, le contrat informatible ne présente pas plus de spécificité qu'un contrat classique. En revanche, il n'est pas possible de faire exécuter par le smart contract une obligation reposant spécialement sur un contractant du fait de son caractère *intuitu personae*.

452. Les obligations *intuitu personae* dans le contrat informatible. Si le pseudonymat chasse tout *intuitus personae* des purs smart contracts, ce constat doit être étendu à toute obligation informatible. En effet, dès lors que l'exécution est confiée à un programme informatique, elle ne concerne que des actions numériques, informatibles¹²⁸³. Par définition, les smart contracts sont incompatibles avec des obligations personnalisées de faire ou toute autre expression de l'*intuitus personae*, qui ne peut s'exprimer qu'en dehors de toute exécution informatible¹²⁸⁴. Cela signifie qu'une obligation informatible exclut nécessairement toute obligation *intuitu personae*. Ainsi en est-il de certaines prestations de service reposant sur la réputation du prestataire (un médecin ou un avocat très spécialisé et renommé), de contrats d'entreprise avec des artistes ou artisans spécifiquement choisis. De manière générale, un contrat dont la prestation principale repose sur une prestation exclusivement réalisable par un humain ne sera pas informatible et il faut écarter le recours à un smart contract. Il est toujours possible, cela étant dit, de choisir de conclure un contrat informatible avec un cocontractant

¹²⁷⁹ Il n'est pas possible de refuser de contracter avec une personne pour des raisons tenant à sa religion, son sexe, etc. (L. LEVENEUR, « La liberté contractuelle en droit privé », *op. cit.*). Ces restrictions figurent à l'article 225-1 du code pénal, qui consacre un alinéa aux personnes physiques et un alinéa aux personnes morales.

¹²⁸⁰ Le droit de préemption a pour effet d'imposer au vendeur de proposer son bien à la vente d'abord au titulaire du droit de préemption (la commune, le locataire occupant le bien mis en vente, etc.) avant de pouvoir vendre librement son bien. V. sur les contractants imposés ou préférés, F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 120, avec la création de monopoles et le sujet du droit de préemption (fermier, co-indivisaire, locataire).

¹²⁸¹ V. *supra*, §178 s.

¹²⁸² Mais l'enjeu est alors celui de la validité du contrat et non de son existence. V. *infra*, §512 s.

¹²⁸³ V. *infra*, sur les clauses qui font l'objet des contrats informatibles, §456-457.

¹²⁸⁴ Sur les conséquences de l'absence d'*intuitu personae* des obligations exécutées par un smart contract, notamment en cas de décès du contractant, v. *infra*, §644 s.

expressément choisi pour ses qualités ou sa réputation, et de ne rendre informatisable que la contrepartie, c'est-à-dire le versement d'une somme d'argent en contrepartie de la prestation principale revêtue de l'*intuitu personae*. L'intérêt du recours à un contrat informatisable est toutefois très limité dans ce cas – il s'agira plus probablement d'un contrat classique dont une des obligations est exécutable par un smart contract d'application.

Il est donc indispensable de bien identifier les clauses pouvant faire l'objet du smart contract avant de chercher à recourir à un contrat informatisable. Dans cette perspective, la liberté classiquement reconnue aux parties pour déterminer le contenu du contrat laisse le champ libre aux parties pour coder informatiquement les clauses qui peuvent être exécutées par le smart contract.

B. La liberté de déterminer le contenu du contrat

453. Le contrat considéré intrinsèquement. Selon le principe de liberté contractuelle, les parties peuvent librement déterminer le contenu de leur contrat. Cette liberté est particulièrement importante en présence d'un contrat informatisable, dont le contenu diffère très nettement de celui d'un contrat classique. En effet, il doit pouvoir être exécuté informatiquement à partir des clauses qui le composent. La détermination du contenu du contrat informatisable nécessite donc d'identifier les clauses informatisables, c'est-à-dire les clauses pouvant faire être exécutées par un smart contract (1).

Or, à cette liberté dans la détermination du contenu du contrat répondent des règles impératives qui viennent parfois imposer ou interdire certaines clauses dans le contrat. Il n'est pas évident que le contenu du contrat informatisable s'y plie, puisqu'il sera rédigé en tout ou partie en code informatique. Il faut donc rechercher comment le contrat informatisable pourra tout de même se conformer aux règles impératives (2).

1) La détermination du contenu du contrat informatisable : les clauses informatisables

454. La spécificité du contenu du contrat informatisable. Les contrats informatisables peuvent être des purs smart contracts ou des contrats hybrides. Les premiers sont rédigés exclusivement en langage informatique, tandis que les seconds sont composés d'une couche contractuelle juridique et d'une couche smart contractuelle en langage informatique, exécutable par ordinateur. Ces contrats hybrides sont ainsi composés à la fois de clauses juridiques classiques – plus ou moins complètes, puisqu'elles ne seront parfois qu'intégrées à la marge du

smart contract¹²⁸⁵ – et le code informatique du smart contract, c'est-à-dire un ensemble de fonctions programmables. Comment passe-t-on d'un contenu juridique classique à des fonctions informatiques ?

455. De la clause contractuelle à la fonction informatique. La logique conditionnelle informatique est assez proche de la logique juridique¹²⁸⁶ qui attache de la même manière des conditions nécessaires à la réalisation d'effets juridiques – mais en y ajoutant une appréciation humaine. La rédaction des règles juridiques suit souvent ce schéma, en commençant par déterminer le cas (« en cas de... » « si... » « quand... » « lorsque... »), puis en énonçant la conséquence, c'est-à-dire « l'effet de droit attaché par la loi à la situation que détermine l'hypothèse »¹²⁸⁷. Par exemple, l'article 1636 du code civil dispose que « **Si** l'acquéreur n'est évincé que d'une partie de la chose, **et qu'**elle soit de telle conséquence, relativement au tout, que l'acquéreur n'eût point acheté sans la partie dont il a été évincé, **il peut** faire résilier la vente ». Pour un autre exemple, dans un texte issu de la réforme du droit des contrats, l'article 1119 du code civil prévoit en son premier alinéa : « Les conditions générales invoquées par une partie **n'ont effet** à l'égard de l'autre **que si** elles ont été portées à la connaissance de celle-ci **et si** elle les a acceptées ».

Ainsi, « toute règle énonce le droit dans une hypothèse »¹²⁸⁸. En principe, toute règle de droit peut trouver son expression en logique conditionnelle, même si les formulations peuvent être très diverses¹²⁸⁹. Motulsky déjà affirmait que « la règle de Droit n'est complète et

¹²⁸⁵ V. *supra*, §331-332, sur cette possibilité.

¹²⁸⁶ V. en ce sens, M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 306 : « *The terms of many contracts can be written in programming languages that are communicated to a machine. The reason for this is that performance and enforcement of a contract essentially boils down to conditional statements, which are foundational to computing* ». On peut aussi relever l'arrivée récente du *legal design*, qui consiste à représenter des règles de droit sous forme de schémas ou infographies. Il faut bien pour cela avoir exprimé les règles concernées dans une logique conditionnelle « si... alors... » pour les représenter dans un schéma fléché très simple d'accès et visuel. <https://www.village-justice.com/articles/legal-design-une-methode-pour-imaginer-nouveaux-services-juridiques,25730.html> et <http://www.leclubdesjuristes.com/legal-design/>. V. également sur le sujet, P. MALAURIE et P. MORVAN, *Introduction au droit*, *op. cit.*, n° 392, 4°. Les auteurs rappellent le mot de Napoléon : « un bon croquis vaut mieux qu'un long discours » et décrivent le *legal design* comme une méthode qui « conduit le professionnel du droit qui doit communiquer avec des non-juristes à faire des dessins, schémas, bandes dessinées, podcasts ou vidéos ». L'idée est d'exposer de « façon intelligible, attirante et motivante pour le destinataire » des règles pourtant complexes. C'est loin d'être un simple effet de mode ou un outil marketing : des manuels de droit sont désormais publiés en utilisant cette technique, depuis la fin des années 2010 (v. la collection « Le droit en schémas » chez Ellipses : *Le droit des sociétés en schémas*, *Le droit de la famille en schémas*...). La collection vise à faciliter la compréhension et la mémorisation de la matière, en proposant une double approche juxtaposée : sur la page de gauche, le texte, sur la page de droit, les schémas correspondants).

¹²⁸⁷ G. CORNU, *Linguistique juridique*, *op. cit.*, n°s 71-72.

¹²⁸⁸ *Ibid.*, n° 71.

¹²⁸⁹ *Ibid.*, n° 72. L'auteur précise que « la détermination de la conséquence revêt, dans les dispositions de la loi, des formulations très variables, puisque celles-ci tendent à exprimer l'objet concret de la solution juridique qu'arrête la loi, dans l'infinie diversité des effets de droit concevables » ; « sous une forme ou une autre, la détermination de la conséquence est toujours présente dans l'énoncé législatif ». De la même manière, Motulsky prévient qu'« il convient d'y prendre garde : cette structure logique de la règle de Droit est tout à fait indépendante de la rédaction »

ne mérite ce nom que si elle rattache un *effet* à une conduite » et que n’importe quelle règle de droit est formée par ces deux éléments¹²⁹⁰. La logique conditionnelle a donc vocation à s’appliquer à toute règle juridique, y compris d’origine conventionnelle.

Dès lors, apparaît le lien entre une clause d’un contrat, exprimant un cas et sa conséquence juridique, et une fonction d’un smart contract : dans les deux cas, on retrouvera cette logique conditionnelle intrinsèque. Il faut alors préciser les clauses pouvant faire l’objet du smart contract, c’est-à-dire les clauses informatisables, par opposition aux clauses relevant exclusivement d’une rédaction juridique, n’étant pas informatisables dans leur exécution.

456. La distinction des clauses informatisables et non informatisables. Le smart contract, rédigé en code informatique, ne peut exécuter que des actions programmées informatiquement et qui s’exécutent dans le monde numérique¹²⁹¹. Il faut donc que la clause que l’on cherche à faire exécuter par le smart contract soit traduisible en code informatique et exécutable informatiquement.

Or, toutes les clauses ne se prêtent pas à une exécution automatique et informatique. Par exemple, une clause de choix de loi ou une clause attributive de juridiction ne peut tout simplement pas être exécutée par un programme informatique : elle indique seulement la volonté des parties quant à la loi applicable au contrat ou quant à la juridiction à saisir en cas de litige. De la même manière, toute clause consistant en une obligation de ne pas faire risque de ne pas pouvoir trouver de traduction informatique.

À l’inverse, les clauses portant sur des obligations de faire ou prévoyant des sanctions des obligations contractuelles peuvent être *informatisables*, c’est-à-dire contenues dans le smart contract et exécutées par lui, dès lors qu’elles sont exécutables dans le monde numérique¹²⁹². Ainsi, les clauses informatisables figurent parmi les clauses qui prévoient l’exécution d’actions, par opposition aux clauses qui s’intéressent davantage à l’environnement contractuel et qui posent le cadre normatif de la relation contractuelle des parties ou anticipent le contentieux¹²⁹³.

(H. MOTULSKY, *Principes d’une réalisation méthodique du droit privé : la théorie des éléments générateurs des droits subjectifs*, M.-A. Frison-Roche (éd.), Dalloz, 2002, n° 17).

¹²⁹⁰ H. MOTULSKY, *Principes d’une réalisation méthodique du droit privé*, *op. cit.*, n° 16.

¹²⁹¹ Le domaine des smart contracts est limité par cette double exigence. V. E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 24 et *supra*, §267 s.

¹²⁹² V. *supra*, §381 s. sur les obligations qui peuvent faire l’objet d’un smart contract.

¹²⁹³ Cette distinction fait penser à celle élaborée par Pothier entre les *essentialia*, les *naturalia* et les *accidentalia*. Mme Fabre-Magnan donne une explication de cette distinction. Selon Pothier, les *essentialia* sont les obligations essentielles sans lesquelles tel contrat ne peut revêtir sa qualification, par exemple le transfert de propriété dans un contrat de vente ou la mise à disposition du bien dans un contrat de location. Les *naturalia* sont les obligations naturellement présentes dans un type de contrat donné, sans être expressément mentionnées et pouvant être exclues et à l’inverse, les *accidentalia* sont des obligations pouvant se retrouver accidentellement dans un type de contrat, par la volonté expresse des parties (M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 648). Mais en réalité, le champ des clauses informatisables ne recoupe pas exactement celui des *essentialia* puisque des obligations essentielles seront parfois exécutées en dehors du

Cette distinction se rapproche de celle proposée par Mme Helleringer entre les clauses de prestation, d'une part, et les clauses de pouvoir et les clauses de différend, d'autre part¹²⁹⁴. Certains ont également distingué les clauses opérationnelles et les clauses non opérationnelles¹²⁹⁵, afin d'identifier plus précisément les clauses qui pourraient faire l'objet d'un smart contract¹²⁹⁶. Les clauses opérationnelles se rattachent dans cette perspective aux clauses de prestation.

Pour préciser cette expression et l'adapter à notre propos, la terminologie proposée est celle de clauses informatisables ou non informatisables. L'adjectif ajoute à la terminologie des clauses opérationnelles ou des clauses de prestation la dimension d'exécution par un programme informatique et la nécessité de traduire des actions en langage informatique. C'est donc le critère qui sera retenu : pour savoir si une clause est informatisable, c'est-à-dire si elle peut être insérée dans un smart contract, il faut déterminer si elle vise des actions qui doivent être exécutées, et qui peuvent l'être par voie informatique.

457. Exemples de clauses informatisables. Pour illustrer cette catégorie de clauses qui constituent en tout ou partie le contenu du contrat informatisable, l'exemple le plus évident est l'obligation de payer une somme d'argent, nécessairement en cryptomonnaie. Il peut s'agir d'une obligation principale, par exemple le paiement d'un prix de vente, le remboursement d'un prêt par échéances mensuelles, le versement de dividendes, le versement mensuel d'un loyer, etc. L'obligation peut aussi être secondaire, comme c'est le cas du paiement en exécution d'une clause de sanction : clause pénale, indemnité d'immobilisation dans une vente immobilière. La clause remplit toutes les conditions : elle vise une action précise pouvant être exécutée par voie

smart contract et ne seront alors pas codées. À l'inverse, certaines *naturalia* ou *accidentalia* peuvent intégrer le champ informatisable, qu'il s'agisse de clauses de sanctions pécuniaires, d'envoi automatique de documents d'information, etc.
¹²⁹⁴ G. HELLERINGER, *Les clauses du contrat - essai de typologie*, LGDJ, 2012. Les clauses de prestation sont celles qui se rapprochent le plus de celles que nous envisageons. L'auteur explique que les « prestations contractuelles désignent ainsi ce qui est, d'une manière générale, fourni en vertu du contrat » (n° 54) sans pour autant renvoyer au contenu obligationnel du contrat (n° 63). Ces stipulations peuvent toucher aux engagements principaux comme aux engagements auxiliaires (n° 69) et c'est tout à fait ce qui est envisageable avec les smart contracts. Mais la vision retenue par l'auteur est plus large, puisqu'elle y intègre les clauses ne touchant pas à des actions mais visant davantage à préciser les modalités des obligations ou à préciser les engagements pris (n° 71 et suivants).

¹²⁹⁵ V. *supra*, §263 et §385, et sur le sujet, C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.* ; *Rapport Paris Europlace*, *op. cit.*, p. 56 ; ISDA et LINKLATERS, *Whitepaper: Smart Contracts and Distributed Ledger - A Legal Perspective*, *op. cit.*, p. 10 s. Un avocat suisse reprend également cette distinction (F. GILLIOZ, « Du contrat intelligent au contrat juridique intelligent », *op. cit.*) : l'auteur estime que les clauses opérationnelles « se réfèrent à des obligations qui requièrent une action déterminée en fonction de l'avènement d'une condition spécifique, ou d'une période de temps » tandis que les clauses non opérationnelles « se réfèrent à des obligations qui ne sont pas déterminées ou qui n'ont pas de logique conditionnelle. Par exemple : clause de for, clause de droit applicable, clause de confidentialité, clause d'intégralité du contrat ».

¹²⁹⁶ Selon C. D. CLACK, V. A. BAKSHI et L. BRAINE, « Smart Contract Templates », *op. cit.*, ce sont les clauses que l'on souhaite automatiser et qui concernent des actions précises prévues dans le contrat (notre traduction libre à partir de l'extrait original suivant : "The **operational aspects**: these are the parts of the contract that we wish to automate, which typically derive from consideration of precise actions to be taken by the parties and therefore are concerned with performing the contract".)

informatique¹²⁹⁷. La traduction en langage informatique ne pose en principe pas de difficultés. Prenons l'exemple d'une vente de biens en ligne entre particuliers exécutée à l'aide d'un smart contract. Le vendeur enverra la marchandise (obligation non informatisable puisque la livraison est effectuée dans le monde « fiat ») lorsque les fonds auront été envoyés à l'adresse publique indiquée dans le smart contract (obligation informatisable), tandis que l'indication de la réception du bien conforme par l'acquéreur débloquera l'envoi des fonds à l'adresse publique du vendeur. Le smart contract joue ici un rôle de séquestre numérique et sécurisé des fonds¹²⁹⁸, envoyés par l'acquéreur à l'adresse du smart contract, avant d'être transmis automatiquement au vendeur une fois remplie la condition de réception de l'objet de la vente.

On peut encore imaginer toute clause de prestation de service numérique : location d'une vidéo à la demande, achat d'une œuvre d'art numérique, dépôt auprès d'un tiers d'un actif numérique ; ou des opérations de vote en ligne sécurisées par un smart contract, quel que soit l'objet de la décision ou le domaine concerné – il est possible de citer les clubs de football professionnel qui ont lancé leurs propres jetons numériques (*token*) à destination de leurs supporters¹²⁹⁹, afin de leur donner des droits de vote pour certaines décisions concernant le club. Ces jetons fonctionnent grâce à des smart contracts sous-jacents ; et si l'on a brièvement quitté la sphère contractuelle classique, cet exemple permet de donner un aperçu de l'immense possibilité d'actions exécutables numériquement.

Dans tous ces cas, le smart contract permet d'exécuter la clause concernée et d'opérer le transfert de propriété, le paiement, l'obligation de conservation, etc. Les exemples ci-dessous sont des fonctions types très simples du langage Solidity¹³⁰⁰, permettant d'envoyer des actifs numériques (le wei étant la plus petite subdivision de l'ether, où 1 ether = 10¹⁸ wei) à l'adresse indiquée ou permettant de déclencher (*call*) une fonction¹³⁰¹.

Transfer and send

```
<address>.transfer(uint256 amount): send given amount of Wei to Address, throws on failure  
<address>.send(uint256 amount) returns (bool): send given amount of Wei to Address, returns false on failure
```

¹²⁹⁷ Il faut évidemment qu'elle puisse être exécutée en cryptomonnaie ; sinon, ce sera au mieux l'automatisation d'un ordre de virement qui sera exécuté depuis un compte bancaire classique.

¹²⁹⁸ Sur ce rôle de séquestre au sens large, v. *supra*, §301.

¹²⁹⁹ S'agissant du PSG, v. <https://fantoken.com/psg/fr/> et l'étonnement dans la presse : <https://www.ouest-france.fr/sport/football/paris-sg/enquete-mais-a-quoi-joue-le-psg-avec-sa-cryptomonnaie-88fcb160-4463-11ec-afc3-26438f98c797>.

¹³⁰⁰ Le langage Solidity est le langage notamment utilisé sur la blockchain Ethereum où sont déployés la grande majorité des smart contracts. Il permet une infinie variété de fonctions, des plus simples aux plus complexes, demandant parfois des dizaines de lignes de code informatique. V. <https://docs.soliditylang.org/fr/v0.8.11/index.html>

¹³⁰¹ Source : <https://github.com/manojpramesh/solidity-cheatsheet#transfer-and-send>

Call

<address>.call(...) returns (bool): issue low-level CALL, returns false on failure

Cette dernière fonction est la plus recommandée, en ce qu'elle permet simplement des interactions avec des smart contracts, en envoyant des ethers vers un smart contract, tout en prévoyant le retour des ethers en cas d'erreur.

L'exemple suivant est une illustration d'un smart contract d'achat d'un jeton¹³⁰² :

```
function buy() payable public {  
  
    uint256 amountTobuy = msg.value;  
  
    uint256 dexBalance = token.balanceOf(address(this));  
  
    require(amountTobuy > 0, "You need to send some ether");  
  
    require(amountTobuy <= dexBalance, "Not enough tokens in the reserve");  
  
    token.transfer(msg.sender, amountTobuy);  
  
    emit Bought(amountTobuy);  
  
}
```

458. Mise en œuvre de la distinction. Dans un pur smart contract, toutes les clauses sont informatisables : elles sont rédigées en code informatique et seront exécutées informatiquement¹³⁰³. Dans tous les autres cas, c'est-à-dire les contrats hybrides, et il en est de même pour les smart contracts d'application, il faut identifier en amont les clauses informatisables qui pourront être exécutées par le smart contract, à l'aide du critère dégagé.

Quant aux clauses non informatisables et très importantes pour la vie des affaires, puisqu'elles affinent les règles applicables à la relation contractuelle, elles figureront

¹³⁰² Source : <https://ethereum.org/fr/developers/tutorials/transfers-and-approval-of-erc-20-tokens-from-a-solidity-smart-contract/> ; le rédacteur du code donne les explications suivantes (le mot contrat est employé pour désigner le smart contract) : « Codons la fonction achat. Nous devons d'abord vérifier la quantité d'ethers que le message contient et vérifier que les contrats possèdent suffisamment de jetons et que le message contient un peu d'ethers dedans. Si le contrat possède suffisamment de jetons, il enverra le nombre de jetons à l'utilisateur et émettra l'événement *Acheté*. Notez que si nous appelons la fonction *require* dans le cas d'une erreur, l'ether envoyé sera directement restauré et restitué à l'utilisateur.

Pour garder les choses simples, il suffit d'échanger 1 jeton contre 1 Wei ».

¹³⁰³ Bien que, on le rappelle, un smart contract puisse contenir des commentaires en langage naturel, non exécutables par un ordinateur et ajoutés par le développeur à des fins indicatives.

uniquement dans la couche classique du contrat hybride – et dans le contrat classique exécuté par un smart contract, ou encore dans le contrat cadre exécuté par un smart contract¹³⁰⁴.

459. Remarque. La rigidité de la rédaction des clauses informatisables. Il a été montré combien l'inflexibilité du langage informatique s'opposait à la flexibilité du langage juridique¹³⁰⁵. En particulier, le langage informatique implique de coder des fonctions rigides, répondant à une logique « vrai » / « faux »¹³⁰⁶ : si la condition est vraie (elle est satisfaite), l'action A se déclenche ; si la condition est fautive (elle n'est pas satisfaite), l'action A ne se déclenche pas, mais une action B se déclenche. Cette rigidité native de la couche smart contractuelle rend impossible la traduction informatique de la flexibilité offerte par les standards et autres notions floues, caractéristiques du droit, et offrant en principe une marge d'interprétation aux parties et au juge : la bonne foi, le délai raisonnable pour s'exécuter, les meilleurs efforts pour atteindre un objectif, etc. L'impossibilité de programmer l'exécution automatique de standards juridiques prive nécessairement les clauses informatisables de la richesse propre aux clauses juridiques classiques.

Il est donc crucial que les parties choisissant de recourir à un smart contract pour exécuter certaines obligations aient à l'esprit cette limitation intrinsèque au smart contract. Si le smart contract constitue l'entier environnement contractuel des parties, comme c'est le cas des purs smart contracts qualifiés de contrats informatisables, ils seront nécessairement plus pauvres et moins ouverts à l'interprétation, conduisant davantage à une exécution inflexible et imperméable aux circonstances extérieures¹³⁰⁷.

L'idéal est alors de recourir à un contrat hybride, pour lequel une rédaction pluridisciplinaire est recommandée.

460. La rédaction pluridisciplinaire du contenu du contrat hybride. Les contrats hybrides allient par définition une couche contractuelle classique et une couche smart contractuelle. Le smart contract est en principe rédigé en langage informatique¹³⁰⁸, par un développeur, tandis que les clauses classiques sont rédigées par des juristes ou proviennent parfois de modèles plus ou moins automatisés¹³⁰⁹. Pour une clause informatisable, il faut réussir à traduire la règle juridique en une fonction informatique, c'est-à-dire à écrire en langage

¹³⁰⁴ Sur cette hypothèse, v. *supra*, §366.

¹³⁰⁵ V. *supra*, §260 s.

¹³⁰⁶ Il s'agit de la logique booléenne : v. *supra*, §96.

¹³⁰⁷ Sur le débat de la flexibilité et de l'inflexibilité, opposant le droit des contrats et le code informatique des smart contracts, v. *supra*, §253 s.

¹³⁰⁸ Il s'agit ici du code source du smart contract. V. *supra*, §96.

¹³⁰⁹ Ces modèles sont en fort développement, du fait de l'expansion des legaltechs (v. *supra*, §128 et P. WAGNER et M. WAGNER, « L'essor de la legaltech française : l'exemple de Captain Contrat », *D. IP/IT*, 2017, p. 327).

informatique la logique conditionnelle présente dans la règle de droit¹³¹⁰. Or, pour l'heure, les juristes ne sont pas informaticiens¹³¹¹ et les informaticiens ne sont pas juristes¹³¹². L'adéquation entre la couche juridique et la couche smart contractuelle n'est donc pas acquise.

Une coopération s'impose entre les rédacteurs d'actes et les développeurs¹³¹³, en attendant que les juristes soient formés à la rédaction tant juridique qu'informatique¹³¹⁴. Il faut souligner combien cette formation des juristes nous paraît indispensable pour leur donner une certaine indépendance.

Pour l'heure, les professionnels du droit, qu'ils soient avocats ou notaires, devront collaborer avec des développeurs afin de programmer des smart contracts traduisant parfaitement les clauses juridiques informatisables. Leur rôle consistera également à conseiller les parties au contrat informatisable sur l'opportunité du recours à l'instrument et sur les clauses à insérer, notamment pour se prémunir d'une éventuelle défaillance du smart contract¹³¹⁵. Ce rôle apparaît d'autant plus nécessaires que les parties sont tout autant des illettrées du code informatique : un conseil en amont, doublé d'une vérification du code informatique du smart contract¹³¹⁶, est largement recommandé. Les professionnels du droit pourront aussi favoriser, lorsque cela est nécessaire, le respect des normes impératives au sein du contrat informatisable.

¹³¹⁰ V. *supra*, §455. On peut souligner les initiatives qui se multiplient pour développer le *legal design* (v. *supra*, note 1286).

¹³¹¹ Sur l'illettrisme face au code informatique, qui aussi touche les juristes, v. *supra*, §237.

¹³¹² V. sur le sujet, E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 16-17.

¹³¹³ C'est d'ailleurs la démarche qui a été suivie dans le projet de l'université de Grenoble, permettant de proposer en libre accès, à destination des professionnels du droit, six modèles de clauses informatisables, tant dans leur version juridique que dans leur version informatique (<https://smart-contracts.univ-grenoble-alpes.fr> et le lien direct vers le clausier : <https://opensmartcontract-front.netlify.app/dashboard/clauses> ; v. sur le sujet, A. FAVREAU, « Présentation du projet de recherche sur les smart contracts », *op. cit.*).

¹³¹⁴ Il est tout à fait envisageable de mettre en place des formations à cette fin, par exemple un double-cursus « Droit » et « Informatique », à l'image des double-cursus Droit – Economie, Droit – Histoire, Droit – Sciences, etc. Cette formation nous paraît indispensable, en particulier à l'heure où les développements de l'intelligence artificielle peuvent menacer des métiers d'assistants juridiques, de clercs de notaire, etc. Une voie de « juristes codeurs » pourraient donner un avenir à ces métiers menacés par les nouvelles technologies, en prenant les devants d'une disparition annoncée. V. en ce sens, en faveur d'un métier de « juriste-codeur », M. DANGEARD, « Il est temps que les juristes deviennent des juristes-codeurs, et se mettent à collaborer sur les contrats », *RPPI*, n° 2, octobre 2017, p. 11-13. V. également, une proposition d'initiation des avocats au code informatique (J. GIUSTI, « La blockchain changera notre métier », *op. cit.*) afin d'assurer leur avenir.

¹³¹⁵ Les notaires sont à la pointe en ce domaine, se positionnant déjà pour remplir un tel rôle. V. X. RICARD, C. CHAUNU et L. JOSSIER, « Le rôle du notaire dans l'encadrement du smart contract », *JCP N*, 2021, p. 1280.

¹³¹⁶ Sur la nécessité de l'audit avant de déployer le smart contract, v. *supra*, §245.

2) *Le contenu du contrat informatisable face aux normes impératives*

461. La liberté de déterminer le contenu du contrat. Les parties sont libres de créer de nouveaux contrats, sans se limiter aux contrats nommés¹³¹⁷, détaillés par le législateur – c’est d’ailleurs ainsi que sont nés de nombreux contrats de la pratique contractuelle, comme le crédit-bail, le contrat d’affacturation, etc. Cette liberté signifie aussi que les parties peuvent aménager entièrement le contenu de leur contrat, même nommé¹³¹⁸ : les règles édictées par le droit commun des contrats sont par principe supplétives de la volonté des parties¹³¹⁹.

Pour autant, le contenu du contrat ne doit pas être contraire au droit positif et aux règles qui intéressent l’ordre public, conformément aux articles 6 et 1102 du code civil. Or, l’ordre public a progressivement envahi le terrain contractuel au XX^e siècle¹³²⁰, certains parlant d’une socialisation du contrat ou d’un contrat étatisé pour décrire ces contrats empreints de dirigisme économique étatique et de fort protectionnisme¹³²¹.

462. La lutte contre les déséquilibres significatifs, exemple d’atteinte à la liberté contractuelle. De nombreuses règles s’imposent aux contractants, qu’il s’agisse de règles de droit de la concurrence, de droit de la consommation ou d’autres contraintes légalement

¹³¹⁷ L’article 1105 du code civil dispose en ce sens que « les contrats qu’ils aient ou non une dénomination propre, sont soumis à des règles générales ». Tous les contrats, nommés ou innomés, sont régis par le droit commun des contrats, ce qui confirme la liberté de création contractuelle par les parties (L. LEVENEUR, « La liberté contractuelle en droit privé », *op. cit.*).

¹³¹⁸ *Id.*

¹³¹⁹ Ce caractère supplétif a été réaffirmé au moment de la réforme du droit des obligations et souligné en particulier dans le *Rapport au président de la République relatif à l’ordonnance n° 2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, 2016 : « leur caractère supplétif s’infère directement de l’article 6 du code civil et des nouveaux articles 1102 et 1103, sauf mention contraire explicite de la nature impérative du texte concerné. Il n’y a donc pas lieu de préciser pour chaque article son caractère supplétif, qui constitue le principe, le caractère impératif étant l’exception ». Pour une analyse critique sur le sujet, v. C. PERES, « Règles impératives et supplétives dans le nouveau droit des contrats », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. Cartwright, B. Fauvarque-Cosson et S. Whittaker (dir.), Société de législation comparée, 2018, p. 171-193.

¹³²⁰ L’ordre public vient ainsi « assigner à la liberté contractuelle des limites quasi innombrables qui se rencontrent toutes les fois que la stipulation voulue par les parties vient se heurter à une règle impérative » (B. PETIT et S. ROUXEL, « Art. 1101 et 1102 - Fasc. unique : Contrat. Définition du contrat et liberté contractuelle », *op. cit.*, n° 60). Sur la progression de l’ordre public au cours du XX^e siècle, v. Y. LEQUETTE, « Ouverture du colloque “Les mutations de l’ordre public contractuel” », *RDC*, n° 1, 2012, p. 262 ; G. DRAGO, « Avant-propos », in *Rapport annuel 2013 de la Cour de cassation*, Documentation française, 2013, p. 94-95. V. également, plus particulièrement en droit des contrats, M. FONTAINE, « Fertilisation croisées du droit des contrats », in *Études offertes à Jacques Ghestin : le contrat au début du XXI^e siècle*, LGDJ, 2015, p. 348, faisant valoir que la montée de l’ordre public vise à assurer la protection de la partie faible, qui est devenue « une composante même du droit des contrats ». Pour une étude récente sur le sujet, v. E. RIPOCHE, *La liberté et l’ordre public contractuels à l’épreuve des droits fondamentaux*, th. Paris II, 2021.

¹³²¹ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Introduction à l’étude du droit*, *op. cit.*, n° 47. V. aussi sur le sujet, C. LARROUMET et S. BROS, *Les obligations, le contrat*, *op. cit.*, n° 100 s. ; B. BERLIOZ-HOUIN et G. BERLIOZ, « Le droit des contrats face à l’évolution économique », *op. cit.*, p. 12. Sur l’idée d’un contrat étatisé : E. SERVERIN, « Lectures socio-juridiques sur l’État et le contrat », *op. cit.*

reconnues¹³²². Par exemple, le juge peut réputer non écrites des clauses abusives figurant dans les contrats de consommation, c'est-à-dire lorsqu'elles créent, « au détriment du consommateur, un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties au contrat », conformément à l'article L.212-1 du code de la consommation.

Ce pouvoir a été étendu par la réforme de 2016 et la loi de ratification de 2018 à l'ensemble des contrats d'adhésion en ajoutant un nouvel article 1171 au code civil¹³²³. Cela signifie que le juge saisi du litige pourra déterminer seul si une des clauses doit être effacée du contrat¹³²⁴, alors que les parties ont librement consenti à conclure le contrat et à en accepter les termes, même non négociables¹³²⁵.

Cette atteinte à la liberté contractuelle vise à lutter contre des déséquilibres contractuels structurels¹³²⁶, dans les cas où ils ont été introduits unilatéralement par une partie forte, sans s'en tenir aux qualités des parties¹³²⁷. Dans ces cas-là, il n'y a en effet pas de liberté de déterminer le contenu du contrat mais seulement une liberté d'y adhérer, et le juge peut supprimer du contrat une clause imposée qui engendre un déséquilibre que la partie faible n'a

¹³²² F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n^{os} 124-126.

¹³²³ Article 1171 du code civil : « Dans un contrat d'adhésion, toute clause non négociable, déterminée à l'avance par l'une des parties, qui crée un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties au contrat est réputée non écrite ».

¹³²⁴ Plus généralement, le juge dispose d'un large pouvoir pour déterminer si une stipulation contractuelle est conforme ou non à l'ordre public dit « virtuel », sur le fondement de l'article 1162 du code civil : « Le contrat ne peut déroger à l'ordre public ni par ses stipulations, ni par son but, que ce dernier ait été connu ou non par toutes les parties ». La réforme de 2016 a ainsi donné « une base à ce contrôle judiciaire libéré de tout fondement textuel précis » (C. PERES, « Règles impératives et supplétives dans le nouveau droit des contrats », *JCP G*, n^o 16, 18 avril 2016, p. 454) ; v. également, reconnaissant ce large pouvoir conféré au juge, G. DRAGO, « Avant-propos », *op. cit.*

¹³²⁵ Le contrôle du déséquilibre significatif n'est possible que sur les clauses non négociables. La précision, apportée par la loi de ratification de 2018, est importante, car un contrat d'adhésion au sens de l'article 1110 du code civil peut contenir des clauses négociées et celles-ci ne doivent pas pouvoir faire l'objet d'un contrôle. V. en ce sens, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 348 s.

¹³²⁶ La signification de ce « rétrécissement de la liberté contractuelle » n'a cependant pas été constante : « Jusque vers 1970, il s'agissait surtout de dirigisme économique. Depuis lors, une autre finalité a surgi, au point de devenir un instant prépondérante : la protection du consommateur » selon J. CARBONNIER, *Droit civil, Les biens, Les obligations*, *op. cit.*, n^o 928.

¹³²⁷ Aujourd'hui, au-delà du seul consommateur, la protection instaurée par l'article 1171 du code civil vise justement à protéger d'autres catégories de contractants, qui n'auraient pas été protégés par les dispositions du code de la consommation ou du code de commerce, tels que les particuliers contractant entre eux ou les professionnels non partenaires ou libéraux (v. en ce sens, M. LEVENEUR-AZEMAR, *Étude sur les clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité*, *op. cit.*, n^o 269). La Cour de cassation a récemment confirmé le champ d'application de l'article 1171 du code civil et son articulation avec l'ancien article L.442-6, I, 2^o du code de commerce, permettant effectivement d'appliquer la disposition du code civil dans les matières exclues du champ d'application de la disposition du code de commerce (Com. 26 janv. 2022, n^o 20-16.782, à paraître au *Bull.*, v. M. BEHAR-TOUCHAIS, « La résolution du conflit des textes sur le déséquilibre significatif », *JCP G*, n^o 15, 18 avril 2022, p. 494 ; v. déjà en ce sens, sur une limitation du champ d'application de l'article 1171 aux hypothèses soustraites aux dispositions du code de la consommation et du code de commerce, T. DOUVILLE (dir.), C. ALLEAUME *et al.*, *La réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, 2^e éd., Gualino, 2018, p. 144).

pas pu combattre¹³²⁸. L'atteinte à la liberté contractuelle est également illustrée par l'expansion des mentions obligatoires dans les contrats.

463. Le formalisme informatif, autre exemple d'atteinte à la liberté de déterminer le contenu du contrat. Depuis quelques décennies, les mentions obligatoires dans les contrats se multiplient sans cesse, en particulier en droit de la consommation¹³²⁹ et pour les contrats conclus par voie électronique¹³³⁰ : un certain formalisme devient la règle¹³³¹. Ce formalisme est informatif, c'est-à-dire qu'il vise « à informer une des parties dont on considère qu'elle est en position d'infériorité »¹³³², par l'exigence de mentions obligatoires. Celles-ci concernent soit le rappel de dispositions légales, soit des informations sur le contrat lui-même, l'objectif étant de favoriser un consentement éclairé du cocontractant¹³³³ et lui donner des gages de confiance.

¹³²⁸ V. sur le sujet, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 340 et s., assez critiques : « dès lors que le texte investit exceptionnellement le juge du pouvoir d'évincer une clause non négociable du contrat au seul constat du « déséquilibre significatif » qu'elle cause, il suscitera bien des appétits ». Si le texte permet de corriger « des cas flagrants d'injustice contractuelle », c'est aussi « un moyen opportun – voire opportuniste – de discuter après coup d'une clause d'un contrat ». Les auteurs insistent sur le respect de l'ensemble des conditions à réunir pour permettre le contrôle du juge, par combinaison des articles 1110 et 1171 du code civil. V. également sur le sujet, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 473, et dubitatif quant à l'opportunité de cette disposition, P. STOFFEL-MUNCK, « Le contenu du contrat. La révolution des clauses abusives », *op. cit.*, relevant toutes les faiblesses que présente le mécanisme de contrôle prévu à l'article 1171 ; *contra*, en faveur de ce nouveau pouvoir conféré par l'article 1171, M. Revet qui estime que la réforme du droit des contrats a procédé à la création d'un « ordre public catégoriel », instaurant une politique de contrôle et de sanction des stipulations inscrites dans les contrats d'adhésion. Ainsi, les stipulations ne relevant pas des éléments essentiels de l'opération contractuelle peuvent être contrôlées dans ces contrats. En définitive, la réforme procède, selon cet auteur, à un « renforcement des conditions nécessaires à une parfaite efficacité de la volonté contractuelle » et affine ainsi la philosophie moderne du contrat (T. REVET, « Une philosophie générale », *op. cit.*, n°s 23-27). V. également dans un sens favorable à cette disposition, G. CHANTEPIE et N. SAUPHANOR-BROUILLAUD, « Déséquilibre significatif », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, 2022, n° 189 s.

¹³²⁹ Pour ne citer qu'un exemple, l'article L.111-1 impose une obligation générale d'information précontractuelle pour tous les contrats conclus entre un professionnel et un consommateur : « Avant que le consommateur ne soit lié par un contrat à titre onéreux, le professionnel communique au consommateur, de manière lisible et compréhensible, les informations suivantes : 1° Les caractéristiques essentielles du bien ou du service, ainsi que celles du service numérique ou du contenu numérique (...); 2° Le prix ou tout autre avantage procuré au lieu ou en complément du paiement d'un prix en application des articles L. 112-1 à L. 112-4-1 ; 3° En l'absence d'exécution immédiate du contrat, la date ou le délai auquel le professionnel s'engage à délivrer le bien ou à exécuter le service ; 4° Les informations relatives à l'identité du professionnel, à ses coordonnées postales, téléphoniques et électroniques et à ses activités, pour autant qu'elles ne ressortent pas du contexte (...) »

¹³³⁰ Article 1127-1 du code civil, alinéa 3 : « L'offre énonce en outre : 1° Les différentes étapes à suivre pour conclure le contrat par voie électronique ; 2° Les moyens techniques permettant au destinataire de l'offre, avant la conclusion du contrat, d'identifier d'éventuelles erreurs commises dans la saisie des données et de les corriger ; 3° Les langues proposées pour la conclusion du contrat au nombre desquelles doit figurer la langue française (...) ».

¹³³¹ V. sur le sujet, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 338 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 207 ; S. BERNHEIM-DESVAUX, « Plaidoyer en faveur d'un renforcement des sanctions civiles en droit de la consommation - Partie 1 : Analyse critique des sanctions civiles », *CCC*, n° 1, janvier 2019, p. 1. Pour une étude de la jurisprudence en la matière, interprétant les différents degrés des mentions obligatoires, v. H. BARBIER, « Mentions indicatives, déclaratives, informatives, contractualisées, légales : de(s) force(s) obligatoire(s) du contrat », *RTD civ.*, 2020, p. 85.

¹³³² N. MATHEY, « Fasc. 100 : Forme des contrats », in *JCI Contrats - Distribution*, LexisNexis, 2020, n° 39.

¹³³³ *Ibid.*, n°s 40-42.

Les sanctions de ce formalisme restent cependant minimales ou inexistantes¹³³⁴, le respect des mentions obligatoires reposant davantage sur les bonnes pratiques des professionnels qui y sont soumis. Or, il n'est pas sûr que l'expansion du formalisme informatif bénéficie réellement à la partie faible, noyée au milieu des mentions obligatoires peu intelligibles et qu'elle ne lira sans doute pas¹³³⁵. Il sera toutefois toujours possible d'invoquer une erreur, si l'absence des mentions obligatoires ont empêché la conclusion éclairée du contrat et ont conduit le cocontractant à se méprendre sur l'un des éléments essentiels du contrat.

464. L'application aux contrats informatibles. Selon le principe de liberté contractuelle, les parties peuvent librement déterminer le contenu de celui-ci – c'est-à-dire à la fois le programme informatique et les clauses juridiques, pour les contrats hybrides ; elles ne sont en principe limitées que par les contraintes du langage de programmation utilisé. Comment toutefois faire respecter le cadre légal impératif par des contrats informatibles ? Si le contrat informatible est un pur smart contract, ou un contrat hybride dont la partie en langage naturel est trop succincte¹³³⁶, il ne respectera que rarement les règles imposant des restrictions à la liberté de déterminer le contenu du contrat. Cela signifie qu'il n'est *a priori* pas possible de conclure un contrat *via* un pur smart contract ou un contrat hybride succinct dans des domaines où l'ordre public impose des contenus aux cocontractants.

Lorsqu'ils sont hybrides et accompagnés d'une couche contractuelle rédigée en langage naturel suffisamment développée, les contrats informatibles ne présentent pas de particularité : le contrat peut respecter les conditions de forme et de fond évoquées. Si les clauses classiques ne respectent pas les mentions obligatoires, ou si elles sont abusives ou créent un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties, elles risquent d'être réputées non écrites. Les contrats informatibles comportant une couche contractuelle classique devront intégrer dans leurs modèles le respect des normes impératives et en particulier des mentions obligatoires, notamment pour les contrats de consommation conclus par voie électronique. Or, il est très probable en ce domaine que les parties auront de plus en plus recours

¹³³⁴ Par exemple, des amendes administratives peuvent être prononcées en cas de manquement aux obligations précontractuelles d'information du code de la consommation, selon l'article L.131-1 de ce code ; tandis qu'aucune sanction n'est édictée pour le non-respect des mentions obligations des contrats conclus par voie électronique... Et rarement la nullité est-elle édictée comme sanction. Sur l'incohérence législative en matière de formalisme informatif, v. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 207 ; P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, nos 338-339). Pour une étude en droit de la consommation, en faveur de l'instauration de sanctions unilatérales efficaces, v. S. BERNHEIM-DESVAUX, « Plaidoyer en faveur d'un renforcement des sanctions civiles en droit de la consommation - Partie 2 : Analyse prospective des sanctions civiles », *CCC*, n° 2, février 2019, p. 2.

¹³³⁵ V. en ce sens, A. LEPAGE, « Les paradoxes du formalisme informatif », *in Etudes de droit de la consommation : liber amicorum Jean Calais-Auloy*, Dalloz, 2004, p. 597-620, spéc. nos 9-10.

¹³³⁶ V. *supra*, §332, sur les contrats hybrides qui intègrent dans le code informatique quelques clauses juridiques succinctes ou un renvoi à des conditions générales, qui ne sont pas toujours assez détaillées.

à des modèles de smart contracts, voire de contrats hybrides, contenant des clauses types et des lignes de code informatique. Il faut donc encourager le développement de standards qui permettront d'assurer le respect des dispositions légales impératives.

465. La question de l'efficacité des sanctions. En tout état de cause, l'enjeu résidera dans l'application des sanctions du non-respect des normes impératives et d'ordre public qui s'imposaient pourtant aux parties au contrat informatisable¹³³⁷. Déjà, certaines sanctions – notamment pour les mentions obligatoires – paraissent illusoires et seront rarement prononcées¹³³⁸. Ensuite, le prononcé de sanctions (amende, réputé non écrit, etc.) suppose de saisir le juge... ce qui apparaît peu réaliste en cas de pseudonymat des parties¹³³⁹. Dans ces cas-là, le contentieux des purs smart contracts sera inexistant, faute pour les contractants de se connaître ou même de vouloir risquer l'exposition à l'aléa judiciaire¹³⁴⁰. Ce problème est récurrent pour les purs smart contracts et se rencontrera tout au long de l'étude de leur régime.

466. Impérativité du droit et inflexibilité des smart contracts. De manière générale, les purs smart contracts, parfaitement inflexibles, se prêtent mal à l'adaptation que requiert le droit des contrats, dont l'humanité et la flexibilité transparaissent d'autant plus lorsqu'il est confronté à un outil contractuel informatisé. En revanche, le contrat hybride présente les avantages des deux mondes et doit être favorisé dans la vie des affaires et dans les relations consuméristes, puisque le respect de l'ordre public pourra toujours être assuré *ex post*.

De manière prospective, il pourrait être intéressant d'utiliser les fonctions des smart contracts au service du respect des dispositions impératives. Le smart contract pourrait être un outil de police contractuelle, en automatisant les sanctions du non-respect des mentions obligatoires par exemple ; ainsi un auteur propose-t-il la smart contractualisation d'une résolution unilatérale ou d'une réduction du prix¹³⁴¹ afin de sanctionner les manquements du professionnel au formalisme informatif en droit de la consommation. La fonction pourrait être traduite informatiquement sans difficulté¹³⁴² et assurer l'efficacité de ces mentions obligatoires de manière préventive, et des sanctions *in fine*, se déclenchant si le professionnel a lancé

¹³³⁷ Une partie du contentieux du contenu du contrat relève du domaine de la validité et sera étudiée à part entière. V. *infra*, §521 et suivants.

¹³³⁸ V. *supra*, §461 et note 1334.

¹³³⁹ V. *supra*, §186 et surtout *infra*, §679-680 : il n'est pas possible d'assigner contre X en droit civil. En cas de recours à un pur smart contract, le droit d'accès au juge risque d'être nié en pratique.

¹³⁴⁰ Les parties au pur smart contract pourront toutefois choisir de soumettre leur litige à une plateforme d'arbitrage sur blockchain, telle que Kleros. V. *supra*, §20. On risque alors de donner naissance à un ordre normatif concurrent si ces pratiques se généralisent.

¹³⁴¹ S. BERNHEIM-DESVAUX, « Plaidoyer en faveur d'un renforcement des sanctions civiles en droit de la consommation - Partie 2 : Analyse prospective des sanctions civiles », *op. cit.*

¹³⁴² Pour la traduction informatique de ces sanctions dans les smart contracts, v. *infra*, §693 (réduction du prix) et §695 s. (résolution unilatérale).

l'exécution du smart contract sans que le consommateur n'ait indiqué avoir reçu les mentions impératives. Pour éviter que cette proposition ne relève de l'utopie, il conviendrait d'insérer cette sanction dans les modèles de contrats hybrides d'adhésion ayant vocation à être utilisés dans les relations consuméristes. Mieux, l'envoi automatique de ces mentions impératives pourrait être déclenché, éventuellement grâce à un agent contractuel informatisé au service du consommateur, avant toute signature d'un contrat informatisable d'adhésion. Plus qu'une sanction, c'est le respect effectif de ce formalisme informatif qu'il serait intéressant d'automatiser.

467. Conclusion de la section. En définitive, le contrat informatisable est un contrat dont la conclusion peut aisément respecter les règles du droit positif. Ce contrat est consensuel et se voit assorti d'une formalité technique choisie par les parties, consistant en l'apposition par chaque partie de sa signature cryptographique au smart contract, qui peut être dans certains cas analysée comme un élément distinct de perfection du contrat informatisable. Pour certains contrats spéciaux, le contrat informatisable pourra également remplir l'exigence d'une remise réelle de la chose – prêtée ou déposée. La signature cryptographique n'est pas le seul élément technique à prendre en compte. En effet, le moment de la conclusion du contrat informatisable est subordonné à l'horodatage du bloc contenant la transaction contenant l'acceptation de l'offre de contrat informatisable. L'horodatage fixe ainsi définitivement le moment de la conclusion du contrat informatisable, à partir duquel il peut produire ses effets et jusqu'auquel une révocation de l'offre est en principe toujours possible. Cette règle doit être reconnue, si ce n'est de façon réglementaire, à tout le moins dans les conditions générales qui auront vocation à régir des smart contracts de masse.

La conclusion du contrat informatisable permet également de se rendre compte de la grande flexibilité qu'offre le droit des contrats, notamment sous le prisme de la liberté contractuelle. Le contrat informatisable en bénéficie le plus souvent. En revanche, l'inflexibilité du code informatique met à mal la fonction préventive du droit des contrats, qui irrigue toute la relation contractuelle. En effet, seule une véritable anticipation dans la programmation du smart contract peut permettre de respecter certaines règles impératives – et parfois de façon particulièrement efficace. Le contenu particulier du contrat informatisable doit être rédigé de façon très attentive par des juristes, en coopération avec des informaticiens. À défaut d'anticipation, ces règles impératives ne seront pas respectées et il faudra vérifier *a posteriori* si le contrat peut tout de même être regardé comme licite. De plus, le caractère informatisable du contrat étudié exclut la possibilité d'intégrer dans le smart contract toute exécution d'une obligation *intuitu personae*. L'automatisation et l'informatisation du contrat conduit même

parfois à rendre très difficile l'accès au juge – s'agissant des smart contracts – ou à provoquer un déplacement du contentieux *ex post*.

Le développement de modèles de smart contracts et de contrats hybrides permettra progressivement de façonner des contrats informatisables pouvant respecter les mécanismes du droit des contrats et inclure des fonctions mettant en œuvre le droit de réflexion ou de rétractation, une clause de dédit, les mentions obligatoires des contrats, etc. Un travail d'anticipation et de collaboration entre juristes et développeurs s'avère indispensable pour pouvoir conclure des contrats informatisables conformes au cadre juridique existant.

Si le contrat informatisable a effectivement été conclu conformément aux règles rappelées, encore faut-il, en cas de contentieux, être en mesure d'en rapporter la preuve.

Section 2 – La preuve du contrat informatisable

468. « *Idem est non esse et non probari* ». Selon l’adage romain, c’est la même chose de ne pas être et de ne pas être prouvé¹³⁴³. L’importance de la preuve est essentielle dès lors qu’un contentieux naît : c’est la preuve qui permettra au juge de déterminer l’existence et l’étendue des droits contestés. Si le créancier est incapable de prouver qu’il est lié par un contrat à un débiteur, en vain cherchera-t-il à obtenir l’exécution d’une prétendue obligation contractuelle. C’est pourquoi la preuve du contrat doit être traitée au même rang que la conclusion du contrat : l’une et l’autre ensemble permettent d’établir qu’il existe un contrat entre les parties.

469. Le droit français de la preuve. Le droit de la preuve, clarifié par la réforme de 2016¹³⁴⁴, prévoit les règles d’établissement de la preuve d’un acte juridique et en particulier, précise lorsqu’un écrit est exigé. Or, ces règles n’ont pas été modifiées au fond depuis les lois du 13 mars 2000 et du 21 juin 2004¹³⁴⁵, qui a reconnu l’équivalence entre les supports papier et électronique à certaines conditions et d’adapter les règles de la signature à la signature électronique¹³⁴⁶. Seul le règlement européen e-IDAS du 23 juillet 2014¹³⁴⁷ et son décret d’application français du 28 septembre 2017 sont depuis venus apporter des précisions au sujet

¹³⁴³ H. ROLAND, *Lexique juridique des expressions latines*, 8^e éd., LexisNexis, 2021, p. 140 : « formule classique utilisée pour souligner l’importance décisive de la preuve, à défaut de laquelle la norme juridique est paralysée » ; ainsi, en l’absence de preuve apportée par le plaideur, « son droit prétendu est dépourvu de valeur », « tout se passe comme s’il n’existait pas » ... à condition bien sûr qu’il existe une contestation.

¹³⁴⁴ La réforme menée par l’ordonnance du 10 février 2016, ratifiée par la loi du 20 avril 2018, a conservé en grande partie les règles de preuve applicables aux contrats, tout en les étendant à la preuve des obligations : ces dispositions sont rassemblées au sein du nouveau titre IV bis du Livre III du code civil. Ce nouveau titre clarifie certaines règles et consacre des avancées jurisprudentielles, offrant aux contractants un cadre clair des règles probatoires en vigueur, aux articles 1353 et suivants du code civil, mais sans véritable ambition : selon des commentateurs, la volonté poursuivie par la réforme « était de simplifier et clarifier les règles en vigueur plutôt que d’en proposer le renouvellement en profondeur » (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 949).

¹³⁴⁵ V. supra, §123. La loi n° 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l’économie numérique (LCEN) (suivie d’une ordonnance du 16 juin 2005) a introduit de nouveaux articles dans le code civil pour admettre la preuve électronique et l’écrit électronique (articles 1108-1, 1108-2 et 1369-1 à 1369-11), suivant l’impulsion de la loi n° 2000-230 du 13 mars 2000 portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l’information et relative à la signature électronique (modifiant les articles 1316 et suivants du code civil).

¹³⁴⁶ L’exigence d’une signature manuscrite était devenue « inconciliable avec l’échange de messages électroniques » (P. CATALA, « Écriture électronique et actes juridiques », in *Mélanges Michel Cabrillac*, Litec, Dalloz, 1999, p. 97), c’est pourquoi des règles ont été fixées afin d’admettre l’équivalence des signatures manuscrite et électronique, figurant aujourd’hui à l’article 1367 du code civil.

¹³⁴⁷ Le règlement « eIDAS » est le règlement n° 910/2014/UE sur l’identification électronique et les services de confiance pour les transactions électroniques au sein du marché intérieur a été adopté le 23 juillet 2014 et est entré en vigueur le 17 septembre 2014. En France, un décret d’application a été publié le 28 septembre 2017, relatif à la présomption de fiabilité de la signature électronique. Ce règlement prend la relève de la directive 1999/93/CE sur la signature électronique, qu’il abroge. Cette directive avait été un échec, du fait de différences de transposition entre les États membres, empêchant l’émergence d’un socle commun d’interopérabilité pourtant indispensable pour permettre le développement des échanges transfrontaliers. Le 1^{er} juillet 2017 a marqué la fin de la période de transition pour les prestataires de services de certification électronique délivrant des certificats au titre de la directive de 1999.

de la fiabilité de la signature électronique, en édictant une présomption de fiabilité de la signature électronique lorsqu'elle est dite qualifiée, c'est-à-dire qu'elle respecte certaines conditions comme le recours à un tiers certificateur¹³⁴⁸. Toutefois, aucune modification n'est à ce jour intervenue pour prendre en compte les spécificités liées aux blockchains.

Or, en principe, en droit français, la preuve est libre et cette règle doit pouvoir être appliquée aux contrats informatibles.

470. Le principe de liberté de la preuve appliqué aux contrats informatibles. En droit français, la liberté de la preuve est de principe, selon l'article 1358 du code civil : « Hors les cas où la loi en dispose autrement, la preuve peut être apportée par tout moyen ». La preuve littérale ne s'imposera que pour la preuve des actes juridiques d'un montant supérieur à 1.500 euros, suivant l'article 1359 du code civil. En pratique, la plupart des contrats du commerce électronique sont d'ailleurs passés pour des actes d'une valeur inférieure à 1.500 euros¹³⁴⁹ : ils seront dès lors très souvent prouvés en ayant recours à des modes de preuve imparfaits, soumis à l'appréciation souveraine des juges du fond¹³⁵⁰. De plus, la liberté de la preuve conserve sa pleine application de principe pour tous les actes passés entre commerçants¹³⁵¹, et sera encore applicable lorsqu'un non commerçant voudra prouver un acte juridique contre un commerçant¹³⁵².

Ainsi, de nombreux contrats informatibles pourront être prouvés librement, parce qu'ils portent sur une opération d'une valeur inférieure à 1.500 euros ou que l'acte de commerce a été passé avec un commerçant. Deux difficultés peuvent se présenter. D'une part, se pose la question du taux de change à établir selon le cours de la cryptomonnaie concernée. Or, cette difficulté est renforcée par la volatilité encore non négligeable des cours. Il serait logique de se référer au cours de référence au jour où l'opération est effectuée afin de déterminer si l'opération est d'une valeur inférieure à 1500 euros. D'autre part, le pseudonymat pourrait être

¹³⁴⁸ É. A. CAPRIOLI, « Décret n° 2017-1416 du 28 septembre 2017 relatif à la présomption de fiabilité de la signature électronique », *CCE*, n° 11, novembre 2017, p. 92 ; mais ce recours à la certification est critiquable, et était déjà critiqué par M. Catala (P. CATALA, « Écriture électronique et actes juridiques », 1999, *op. cit.*, p. 97), qui pointait du doigt l'intervention d'une tierce autorité entre les contractants comme source de coûts supplémentaires et de connaissance des tractations. Sur les degrés de fiabilité de la signature électronique, v. *infra*, §484.

¹³⁴⁹ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 283.

¹³⁵⁰ *Id.* ; v. sur la distinction des modes de preuve parfaits et imparfaits, F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Introduction à l'étude du droit*, 2000, *op. cit.*, p. 616. Suivant une jurisprudence constante, les juges du fond sont souverains pour apprécier la valeur et la portée des éléments de preuve portés à leur connaissance (v. par exemple, Civ. 2^e, 18 février 2021, n° 19-14.475, à paraître au *Bull.* ; Com., 12 novembre 2020, n° 19-12.112, à paraître au *Bull.* ; Civ. 1^{re}, 9 octobre 2020, n° 19-16.047, à paraître au *Bull.* ; Soc., 27 mars 2012, n° 11-14.223, *Bull.* V, n° 108).

¹³⁵¹ Selon l'article L. 110-3 du code de commerce : « À l'égard des commerçants, les actes de commerce peuvent se prouver par tous moyens à moins qu'il n'en soit autrement disposé par la loi. »

¹³⁵² En revanche pour le cas inverse, le commerçant devra apporter la preuve littérale de l'acte, s'il porte sur un montant supérieur à 1.500 euros. C'est la théorie de l'acte mixte, passé entre un commerçant et un non-commerçant. V. P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 353.

un obstacle pour déterminer la qualité de commerçant de l'un des contractants. Des indices pourraient permettre d'établir que l'une des parties au moins agit comme commerçant, à commencer par exemple par la fréquence ou la nature des transactions effectuées par la personne détentrice de l'adresse publique en cause. Mais le plus souvent, les contrats informatisés passés avec un commerçant seront le plus souvent des contrats hybrides où l'identité des parties est connue¹³⁵³ ; et ce d'autant plus que tout contrat du commerce électronique est soumis à une obligation d'identification du professionnel¹³⁵⁴.

Quels éléments de preuve les parties pourront-elles apporter ? Tous les éléments de preuve sont recevables et constitueront des indices et présomptions afin de prouver l'existence du contrat informatisable. L'objectif recherché est d'emporter la conviction du juge quant à l'existence du contrat informatisable¹³⁵⁵. La partie demanderesse pourra par exemple produire à l'attention du juge l'extrait de la blockchain avec la date du bloc horodaté contenant les éléments pertinents (code informatique du smart contract déployé, signature cryptographique de chacune des parties), et même la traduction en langage naturel du code informatique du smart contract enregistré sur la blockchain. Le recours à un expert sera certainement nécessaire pour éclairer le juge¹³⁵⁶, au regard de la nouveauté et de la spécificité que présentent les contrats informatisables.

471. Les exigences du code civil. Toutefois, toutes les opérations n'étant pas couvertes par le principe de liberté de la preuve seront soumises à une exigence de preuve littérale prévue par le code civil. La question de la preuve des contrats informatisables est bien plus compliquée à résoudre dans ce cas. On peut en effet se demander si ces contrats au formalisme spécifique pourront être qualifiés d'écrit électronique au sens des dispositions du droit de la preuve, si la signature cryptographique peut être dotée de la même force probante que la signature

¹³⁵³ On peut ici songer à un site de commerce électronique qui prévoit des smart contracts pour former et exécuter les contrats passés avec les consommateurs, par exemple en insérant dans le smart contract un lien vers ses conditions générales de vente... Il faut encore que le commerçant accepte un paiement en cryptomonnaie, ce qui est de moins en moins un obstacle, eu égard au nombre d'entreprises le permettant aujourd'hui (<https://www.euronews.com/next/2021/12/04/paying-with-cryptocurrencies-these-are-the-major-companies-that-accept-cryptos-as-payment>).

¹³⁵⁴ Article 19 de la loi n° 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique.

¹³⁵⁵ L'article 1368 du code civil donne un pouvoir large au juge pour régler les conflits de preuve par écrit « en déterminant par tout moyen le titre le plus vraisemblable ». Les parties pourront recourir à la preuve par témoignage, par serment ou par aveu judiciaire. Toutefois, comme le souligne M. Netter, l'aveu et le serment judiciaire, « ont vocation ici comme ailleurs à jouer un rôle extrêmement marginal » (E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 283).

¹³⁵⁶ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique » in *JCl. Civil Code*, LexisNexis, 2019, n° 35. En effet, en vertu des dispositions du code de procédure civile (en particulier les articles 6 à 11), il revient aux parties, et non au juge, d'établir la preuve des faits allégués. Le juge peut demander aux parties toutes les explications nécessaires – ce qui passera parfois par l'intermédiaire d'un expert. V. aussi la proposition de M. Schreppel dans le même sens, T. SCHREPPPEL, *Smart contracts and the digital single market through the lens of a "law + technology" approach*, *op. cit.*, p. 36.

électronique, etc. Une étude du régime de la preuve littérale, notamment sous le prisme de l'écrit électronique, permettra de déterminer si le contrat informatisable peut remplir les exigences du droit positif ou si des adaptations s'avèrent nécessaires (I).

Le code civil prévoit cependant des cas spécifiques où l'exigence de la preuve littérale est levée pour revenir à une preuve libre. La loi laisse également une certaine flexibilité aux parties dans ce domaine. Il faut alors vérifier si les contrats informatisables peuvent bénéficier de cette preuve libérée (II).

I. La preuve littérale du contrat informatisable

472. La preuve littérale, une exception au principe de liberté de la preuve. Par exception au principe de liberté de la preuve étudié, le code civil exige parfois que les parties préconstituent une preuve littérale, c'est-à-dire un acte authentique ou un écrit sous signature privée, dès lors que l'acte juridique qu'il s'agit de prouver porte sur une somme de plus de 1500 euros¹³⁵⁷. L'écrit peut être constitué sur support électronique, puisque l'article 1365 du code civil énonce l'indifférence du support de l'écrit¹³⁵⁸ ; en revanche, pour être doté de la même force probante que l'écrit sur support papier, l'écrit électronique doit réunir plusieurs conditions figurant aux articles 1366 et 1367 du code civil. Ces conditions supplémentaires sont une précaution rendue nécessaire par la facilité décuplée de constitution de faux sur support électronique.

S'agissant des contrats informatisables, ces conditions peuvent-elles être remplies ? Laissant de côté les actes authentiques¹³⁵⁹, dont les contrats informatisables ne sauraient respecter le formalisme, comme l'a fait valoir le notariat français¹³⁶⁰, la question se pose de savoir si le contrat informatisable peut être assimilé à un écrit sous seing privé, et plus précisément à un écrit électronique, suivant les prescriptions de l'article 1365 du code civil (A).

¹³⁵⁷ Article 1359 du code civil, alinéa 1^{er} : « L'acte juridique portant sur une somme ou une valeur excédant un montant fixé par décret doit être prouvé par écrit sous signature privée ou authentique. Il ne peut être prouvé outre ou contre un écrit établissant un acte juridique, même si la somme ou la valeur n'excède pas ce montant, que par un autre écrit sous signature privée ou authentique. »

¹³⁵⁸ V. plus précisément sur les apports de la loi du 13 mars 2000, *supra*, §123.

¹³⁵⁹ Certains ont tenté de faire reconnaître la valeur d'acte authentique électronique à certaines opérations ayant recours à la blockchain dans le secteur des marchés financiers : Amendement n° 227 déposé par Mme Laure de la Raudière le 1^{er} juin 2016 lors des débats sur le projet de loi relatif à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique. Source : <https://www.assemblee-nationale.fr/14/amendements/3785/AN/227.asp>. L'audacieux amendement visait surtout à lancer la réflexion sur l'utilisation de la blockchain et sa valeur en France et a été rejeté.

¹³⁶⁰ Le notariat a très rapidement pris position pour distinguer l'authenticité au sens juridique de la preuve sur l'origine qui permet d'apporter la blockchain. V. sur le sujet, V. STREIFF, « Blockchain et propriété immobilière : une technologie qui prétend casser les codes », *op. cit.* ; D. COIFFARD, « La Blockchain a un sens pour répartir une partie de la confiance en rendant une information infalsifiable mais cette confiance est très en deçà de celle conférée par le notaire », *op. cit.* ; SMART CONTRACT ACADEMY, *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, *op. cit.*, p. 26-27.

Une fois cette vérification accomplie, encore faut-il que l'écrit soit doté d'une force probante suffisante, équivalente à celle de l'écrit sur support papier ; ce sont alors les conditions des articles 1366 et 1367 du code civil qui devront être examinées à l'aune des contrats informatibles. Ces conditions, qui concernent essentiellement la signature de l'écrit électronique, sont plus difficiles à remplir et font planer une incertitude quant à la possibilité d'apporter une preuve littérale suffisante pour les contrats informatibles (B).

A. Un écrit électronique

473. La définition légale de l'écrit. Selon l'article 1365 du code civil, « L'écrit consiste en une suite de lettres, de caractères, de chiffres ou de tous autres signes ou symboles dotés d'une signification intelligible, quel que soit leur support ». Cette disposition introduite dans le code civil par la loi du 13 mars 2000 a permis de définir enfin l'écrit, à l'heure où le recours à l'écrit électronique s'est peu à peu imposé dans les pratiques commerciales et quotidiennes. La définition est très large¹³⁶¹ et s'applique à tout écrit, peu importe le support utilisé, papier ou électronique. Elle inclut non seulement des textes classiques mais aussi des symboles, des chiffres, des signes... Où s'arrête alors la définition de l'écrit ?

474. Une condition unique de l'équivalence des supports : l'intelligibilité. La disposition pose une condition simple et essentielle pour que le document considéré soit qualifié d'écrit : les caractères employés doivent être « dotés d'une signification intelligible », peu importe leur forme ou leur support. Qu'est-ce que l'intelligibilité ? La définition est ici très importante car c'est elle qui déterminera si une suite de caractères peut être intelligible et ainsi être qualifiée d'écrit¹³⁶². Or, si l'on décide qu'est intelligible tout texte immédiatement compréhensible par tous, la définition de l'article 1365 ne présente guère d'intérêt et devient très restreinte¹³⁶³. Il faut adopter au contraire une démarche d'interprétation large, ce qui s'inscrit dans le sens de la lettre de l'article 1365. Cette disposition introduit en effet l'utilisation de signes, de chiffres, de symboles, pourvu qu'on puisse en tirer une signification. Un auteur

¹³⁶¹ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 9 : « Ce texte énonce une définition de l'écrit dont les termes sont si vastes qu'elle permet une extension considérable du nombre de documents susceptibles de constituer une preuve par écrit » ; v. aussi, F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, LGDJ, 2005, n° 151.

¹³⁶² P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 350 : « un écrit, fût-il électronique ou crypté, n'a donc de valeur probante que s'il est intelligible ». V. dans le même sens, P. CATALA, « Écriture électronique et actes juridiques », 1999, *op. cit.*, p. 96 : « la preuve littérale implique un message quelconque destiné à être communiqué et compris ».

¹³⁶³ Par exemple, cela signifierait qu'un écrit rédigé en langue étrangère... n'est pas un écrit car n'est pas intelligible d'une personne ne maîtrisant pas cette langue ! On conçoit combien un tel sens restreint n'est pas praticable.

explique que « la nature des signes reste donc indifférente » et que « peuvent ainsi être admises à ce titre les données numériques, comme leur version cryptée » ; ce qui compte, « c'est que ces signes constitutifs de l'écrits soient « dotés d'une signification intelligible » »¹³⁶⁴.

L'intelligibilité doit être comprise comme la possibilité de retrouver une signification : le texte peut être indirectement compréhensible. C'est en ce sens que le texte de l'article 1365, anciennement 1316, était innovant en 2000. En effet, « le signe ou le symbole permet d'envisager des écritures qui ne sont pas immédiatement compréhensibles », permettant de viser notamment « l'écriture électronique, qui consiste en un langage compréhensible par les machines, et la cryptologie »¹³⁶⁵. Il suffit qu'il soit possible de donner un sens au texte au moment de produire la preuve pour que le support fourni puisse être considéré comme un écrit. En définitive, « peu importe que les lettres, chiffres et autres symboles soient passés par la métamorphose du numérique en vue de leur transfert ou de leur stockage, pourvu que ce mode d'écriture, éphémère ou durable, puisse être déchiffré, notamment par un ordinateur qui restituera le message à sa forme première »¹³⁶⁶. Ainsi, dès lors qu'il est possible de restituer une signification au texte, il peut être considéré comme un écrit intelligible au sens de l'article 1365 précité.

475. L'intelligibilité du contrat informatisable. Pour savoir si le contrat informatisable peut être qualifié d'écrit au sens de l'article 1365, il faut donc déterminer s'il est intelligible, c'est-à-dire si sa signification peut être retrouvée, par exemple à l'aide d'une opération de déchiffrement. Il faut distinguer selon que le contrat informatisable est un pur smart contract ou un contrat hybride.

S'agissant d'un pur smart contract, le code informatique n'est pas compréhensible par une personne non experte¹³⁶⁷. Toutefois, il suffit qu'un développeur maîtrisant le langage de programmation utilisé puisse traduire en langage naturel le code source¹³⁶⁸ du smart contract

¹³⁶⁴ F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 151 ; v. dans le même sens, L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 29, soulignant que « tout langage est admis pour établir l'écrit » et qu'un « langage crypté peut donc avoir été utilisé pour établir l'écrit ».

¹³⁶⁵ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 10. V. dans le même sens les conclusions du sous-groupe juridique du rapport *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 101 : les auteurs estiment que l'article 1365 « englobe les écrits numérisés et le code informatique », ce qui permet de considérer qu'il n'y a pas d'obstacle à qualifier les inscriptions sur la blockchain d'écrit électronique.

¹³⁶⁶ P. CATALA, « Écriture électronique et actes juridiques », 1999, *op. cit.*, n° 6 ; v. dans le même sens, F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 151 ; L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 10.

¹³⁶⁷ Sur l'inintelligibilité du code pour les novices, les analphabètes numériques, v. *supra*, §236-237 et LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n°s 4.33-4.40.

¹³⁶⁸ V. *supra* §239 sur le code source et les autres niveaux de code.

pour qu'on en retrouve la signification¹³⁶⁹, c'est-à-dire pour le rendre compréhensible par tous¹³⁷⁰. Et l'on peut sans difficulté imaginer qu'un logiciel opère cette traduction automatiquement¹³⁷¹. La logique est tout à fait la même que celle pour les textes rédigés dans une langue étrangère : pour un non anglophone par exemple, un contrat d'affaires rédigé en anglais ne sera pas intelligible... et pourtant, la signification du texte pourra être retrouvée en recourant à un traducteur professionnel¹³⁷² ou à un logiciel de traduction.

Quant aux contrats hybrides, il faut considérer les deux couches qui composent le contrat informatisable : l'une en langage informatique, l'autre en langage naturel¹³⁷³. La question de l'intelligibilité est réglée de la même façon que pour les purs smart contracts pour la première couche, tandis que la seconde couche ne pose pas de problème¹³⁷⁴ puisque le langage est ici directement compréhensible par les parties – dans la même mesure qu'un contrat classique.

En conclusion, le code informatique doit être considéré comme intelligible au sens de l'article 1365 du code civil. Dès lors, un contrat informatisable, composé en tout ou partie du code source, c'est-à-dire le code du smart contract tel qu'écrit par le développeur, peut être qualifié d'écrit électronique. Encore faut-il que cet écrit soit doté d'une force probante suffisante pour permettre d'établir la preuve littérale de l'acte juridique qu'il contient.

¹³⁶⁹ Cette traduction interviendra à l'occasion du procès, afin d'établir l'existence et le contenu du contrat informatisable. À ce jour, nous n'avons pas connaissance de contentieux en la matière, qui pourrait illustrer ce recours à un expert développeur. Mais l'hypothèse est la même que pour la traduction en français d'un contrat en langue étrangère. Une traduction sera fournie au juge au titre des éléments de preuve.

¹³⁷⁰ V. pour une analyse proche menée dans un rapport britannique sur les smart contracts, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.79 s. Les auteurs expliquent que le code source, niveau de programmation dans lequel est rédigé le smart contract avant d'être transformé en code de bas niveau ou code machine, utilise une combinaison de mots et de symboles et peut être lu par un « *expert coder* », c'est-à-dire un développeur compétent (n° 3.81). Le code source peut être affiché sur un écran ou imprimé et peut être lu par toute personne connaissant le langage utilisé (n° 3.84), ce qui permet de le considérer comme un écrit.

¹³⁷¹ C'est d'ailleurs ce que propose M. Schreppel : le recours à des logiciels dotés d'intelligence artificielle afin d'aider à la traduction des smart contracts, notamment au service des consommateurs (T. SCHREPPPEL, *Smart contracts and the digital single market through the lens of a "law + technology" approach.*, *op. cit.*, p. 51-54).

¹³⁷² Comme ce serait le cas pour une langue étrangère. Le rapport précité LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.* expose une analyse similaire. Les auteurs du rapport expliquent (n° 3.86) qu'un contrat rédigé en code source est compréhensible pour un codeur de la même façon qu'un contrat écrit dans une langue étrangère est compréhensible pour un locuteur de cette langue étrangère (« *a contract drafted in source code is comprehensible to a coder in the same way that a contract written in a foreign language is comprehensible to a speaker of that foreign language* »).

¹³⁷³ Sur les risques de différence de signification entre les deux couches et la nécessité d'une clause d'interprétation, v. *infra*, §607-608.

¹³⁷⁴ Le problème qui se posera sera davantage celui de l'adéquation entre l'accord en langage juridique et la programmation concomitante du smart contract. Des erreurs risquent alors de surgir au stade de l'exécution, en raison d'une mauvaise traduction : v. *infra*, §659.

B. Un écrit probant

476. L'équivalente force probante des écrits sur support papier et électronique. Une fois l'écrit caractérisé, encore faut-il, dans sa forme électronique, qu'il remplisse deux conditions pour bénéficier de la force probante de l'écrit sur support papier. Ces conditions figurent à l'article 1366 du code civil : « L'écrit électronique a la même force probante que l'écrit sur support papier, sous réserve que puisse être dûment identifiée la personne dont il émane et qu'il soit établi et conservé dans des conditions de nature à en garantir l'intégrité ». Il faut vérifier si ces deux séries de conditions sont bien remplies dans le cas des contrats informatibles.

D'une part, l'écrit doit être établi et conservé de façon intègre, condition qui ne semble pas poser de difficulté pour un contrat déployé sur une blockchain (1). D'autre part, l'auteur de l'écrit doit être identifié et cette condition est remplie par la signature de l'acte par son auteur, selon l'article 1367 du code civil¹³⁷⁵ ; plus précisément, l'écrit doit être imputable à son auteur¹³⁷⁶. Cette seconde condition est plus difficile à remplir en raison des spécificités liées au recours à une blockchain, qui se heurtent à des exigences particulièrement élevées en droit positif pour la signature électronique (2). Si ces conditions ne sont pas remplies, l'écrit ne sera alors qu'un mode de preuve imparfait et devra être complété¹³⁷⁷.

1) L'intégrité du contrat informatisable

477. L'intégrité de l'acte. Pour éviter que des faux ne circulent trop facilement en ligne¹³⁷⁸, et pour donner confiance aux particuliers comme aux professionnels dans l'écrit électronique¹³⁷⁹, le code civil pose une double exigence d'intégrité de l'acte. Celui-ci doit être

¹³⁷⁵ Article 1367, alinéa 1^{er}, du code civil : « La signature nécessaire à la perfection d'un acte juridique identifie son auteur. Elle manifeste son consentement aux obligations qui découlent de cet acte. Quand elle est apposée par un officier public, elle confère l'authenticité à l'acte. »

¹³⁷⁶ V. *infra*, sur la notion d'imputabilité plus adaptée que celle d'identification pour refléter l'exigence légale, §479.

¹³⁷⁷ Un écrit non signé, ou signé sans respecter les conditions prescrites par la loi, n'aura pas la force probante de la preuve littérale et ne pourra dès lors valoir que commencement de preuve par écrit. V. L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 40 ; v. aussi, sur la distinction des preuves parfaites et imparfaites, l'écrit non signé s'apparentant à une preuve imparfaite en ce qu'il peut servir de commencement de preuve par écrit : F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Introduction à l'étude du droit*, 2000, *op. cit.*, p. 616.

¹³⁷⁸ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 32 : « le procédé technique ne doit pas permettre la création trop aisée d'un faux. »

¹³⁷⁹ V. en ce sens, J. ROCHFELD, « La définition du contrat électronique », in *L'acquis communautaire : le contrat électronique*, J. Rochfeld (dir.), Economica, 2010, n° 1.5, soulignant que la confiance devient « le maître-mot » de toute la législation européenne au moment de la genèse des premiers textes sur le commerce électronique, comme moyen de la construction du marché intérieur ; cette recherche de confiance se retrouve également dans la législation française avec la loi du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique dite LCEN (n° 1.17).

« établi et conservé dans des conditions de nature à en garantir l'intégrité » selon l'article 1366 précité. L'intégrité doit être assurée tant lors de la création de l'écrit que durant sa conservation : c'est la fiabilité des procédés d'émission, de transmission et de conservation des données qui est en jeu¹³⁸⁰. La règle vise à assurer que le document a bien été créé par son auteur et que son contenu n'a pas été altéré depuis sa rédaction et surtout depuis sa signature¹³⁸¹. C'est d'ailleurs pour cela que l'article 1375 du code civil prévoit à son alinéa 4 que la condition du double n'a pas lieu d'être si les conditions des articles 1366 et 1367 du code civil sont respectées : tant que l'écrit électronique est établi et conservé de manière fiable et intègre, aucun double n'est requis¹³⁸².

478. Application aux contrats informatibles : l'intégrité de la blockchain. Pour les contrats informatibles, la condition d'intégrité n'est pas difficile à vérifier : pour tout smart contract déployé et enregistré sur une blockchain publique, le code est accessible à tous, tout en étant immuable. Les caractéristiques techniques de la blockchain, notamment le hachage cryptographique et la cryptographie asymétrique¹³⁸³, assurent précisément l'intégrité des données qui y sont ajoutées¹³⁸⁴. Ainsi, tant pour le pur smart contract que pour un contrat hybride, le code informatique est enregistré et accessible à tout moment depuis la blockchain concernée, assurant sa création et sa conservation immuable et intègre¹³⁸⁵, tandis que la signature cryptographique permet d'assurer l'inaltérabilité du contenu original.

¹³⁸⁰ F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 153.

¹³⁸¹ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 32.

¹³⁸² Article 1375, alinéa 4, du code civil : « L'exigence d'une pluralité d'originaux est réputée satisfaite pour les contrats sous forme électronique lorsque l'acte est établi et conservé conformément aux articles 1366 et 1367, et que le procédé permet à chaque partie de disposer d'un exemplaire sur support durable ou d'y avoir accès ».

¹³⁸³ Sur les caractéristiques techniques et en particulier la technique de hachage permettant de parvenir à des empreintes numériques et l'ancrage au sein de la blockchain, *v. supra*, §67.

¹³⁸⁴ *V. déjà en 2000, une analyse comparable était menée au sujet de la fonction de la signature numérique ayant recours à la cryptographie asymétrique : D. GOBERT et E. MONTERO, « La signature dans les contrats et les paiements électroniques : l'approche fonctionnelle », op. cit., p. 66. Les auteurs livrent une explication très claire : « La fonction dite de « hachage irréversible » prend ici toute son importance. Elle consiste à appliquer au message à expédier une opération mathématique de manière à produire un condensé digital du message. Ce condensé est ensuite encodé à l'aide de la clé privée : le résultat constitue la signature numérique. Le « petit » fichier crypté ainsi obtenu sera expédié simultanément à l'envoi du message lui-même (en clair ou chiffré lui aussi). Pour déchiffrer le fichier signature, le destinataire utilise la clé publique de l'expéditeur. Il lui suffit alors d'appliquer la même fonction de hachage au message reçu (préalablement déchiffré, au besoin, à l'aide de sa clé privée) et de comparer le condensé ainsi généré avec celui transmis par l'émetteur. Si une différence est notée entre les deux condensés, il faut en conclure que le message a subi une altération au cours de la transmission. Ainsi, grâce à la fonction de hachage et la comparaison des deux condensés, le destinataire est absolument certain de l'intégrité du message reçu ». *V. plus récemment, le rapport France Stratégie, où les auteurs du sous-groupe juridique que la garantie du maintien de l'intégrité de l'acte doit être considérée comme acquise sur une blockchain (Les enjeux des blockchains, op. cit., p. 101), de même que Mme Barbet-Massin (A. BARBET-MASSIN, Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain, op. cit., n° 256).**

¹³⁸⁵ Qu'en est-il de la version en langage naturel ? Soit elle est insérée au smart contract sous la forme de commentaires, et figure également dans la blockchain avec la même intégrité. Soit il s'agit d'une couche distincte non déployée en même temps que la couche smart contractuelle, et elle devra être conservée de façon intègre, comme tout contrat conclu en ligne.

2) L'imputabilité du contrat informatisable

479. Les conditions des articles 1366 et 1367 du code civil : le lien entre l'auteur et l'acte. L'article 1366 du code civil impose l'identification de l'auteur de l'acte pour que l'écrit soit doté d'une force probante : il faut que « puisse être dûment identifiée la personne dont il émane ». En effet, eu égard à la rapidité et à la facilité requises pour dresser un écrit électronique, il est indispensable que le lien avec son auteur puisse être assuré avec certitude, car c'est bien lui qui sera engagé si le contrat est prouvé par ce moyen¹³⁸⁶. Or pour cela, c'est la signature qui intervient¹³⁸⁷, suivant l'article 1367 du code civil¹³⁸⁸ : elle a pour fonction notamment l'identification de l'auteur de l'écrit, et lorsqu'elle est électronique, elle consiste en un procédé fiable d'identification. Il ressort de ces dispositions deux conditions distinctes.

La première condition est une condition fonctionnelle et valable pour toute signature, celle de l'identification de l'auteur de l'acte et de lien avec l'acte. Il est donc indispensable que l'identification de l'auteur soit possible en présence d'un contrat informatisable. Or, cette condition n'est pas aussi problématique qu'il n'y paraît, malgré le fréquent pseudonymat des parties (a).

La seconde condition est une condition davantage technique et propre à la signature électronique, qui insiste sur la fiabilité du procédé de signature utilisé. Pour que le contrat informatisable ancré dans une blockchain sous forme de smart contract soit considéré comme doté d'une force probante suffisante au regard des exigences du droit civil, cette condition devra être remplie d'une manière ou d'une autre. Cette condition se révèle la plus difficile à satisfaire (b).

¹³⁸⁶ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n^{os} 30-31 : « Il est impératif que l'écrit électronique ne puisse être attribué qu'aux parties qui ont voulu et ont participé à l'acte ».

¹³⁸⁷ V. la thèse de Mme Dauriac, prônant en 1997 l'adoption d'une conception fonctionnelle de la signature, permettant d'admettre tout signe qui « garantirait la représentation symbolique du signataire et manifesterait sa volonté de s'approprier les dispositions signées en ce que sa signification serait censée connue de tous » (I. DAURIAC, *La signature*, th. Paris II, 1997, n^o 286). Cette conception se retrouve précisément à l'article 1367 du code civil aujourd'hui.

¹³⁸⁸ Les articles 1366 et 1367 sont intrinsèquement liés : l'écrit électronique doit permettre l'identification de son auteur selon le premier article... ce qui relève de la fonction de la signature selon le second. V. sur ce lien, F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n^o 152. Sur la question du consentement au contrat informatisable, v. *infra*, §502 et suivants.

Article 1367 du code civil : « La signature nécessaire à la perfection d'un acte juridique identifie son auteur. Elle manifeste son consentement aux obligations qui découlent de cet acte. Quand elle est apposée par un officier public, elle confère l'authenticité à l'acte.

Lorsqu'elle est électronique, elle consiste en l'usage d'un procédé fiable d'identification garantissant son lien avec l'acte auquel elle s'attache. La fiabilité de ce procédé est présumée, jusqu'à preuve contraire, lorsque la signature électronique est créée, l'identité du signataire assurée et l'intégrité de l'acte garantie, dans des conditions fixées par décret en Conseil d'État ».

480. Un procédé d'imputabilité de l'acte ou d'identification de l'auteur de l'acte ?

L'article 1367 du code civil insiste à double titre sur la fonction de la signature d'identification de l'auteur de l'acte : déjà dans son alinéa 1, précisant que la signature d'un acte « identifie son auteur » ; ensuite dans son alinéa 2, propre à la signature électronique, en énonçant que celle-ci est un procédé fiable « d'identification » qui garantit le lien avec l'acte auquel elle s'attache. Or, de même que pour l'intelligibilité, cette fonction d'identification semble pouvoir s'interpréter de façon large et permettre ainsi à la signature cryptographique d'échapper à la censure d'une exigence légale trop stricte.

Deux acceptions seraient possibles. D'un côté, identifier directement et clairement la personne ayant signé l'acte, c'est-à-dire livrer son identité. D'un autre côté, s'assurer que l'auteur de l'acte, sans donner directement son identité, a bien signé l'acte, autrement dit, créer un lien entre l'acte et son auteur. Or, la signature classique ne dévoile pas toujours directement l'identité du signataire : une signature illisible ne permet pas d'identifier directement et clairement le signataire de l'acte, faute d'y faire figurer le nom. De la même manière, la signature électronique ne donne pas nécessairement le nom de son utilisateur¹³⁸⁹.

La fonction d'identification répond en réalité plutôt à la seconde acception : la signature a pour fonction d'exprimer que c'est bien l'auteur de l'acte qui l'a signé¹³⁹⁰. C'est ce que l'on appelle l'imputabilité de l'acte à son auteur¹³⁹¹. Ainsi, ce n'est pas la signature qui livre l'identité du signataire ; en revanche, la signature doit pouvoir être associée à un signataire déterminé¹³⁹². C'est en ce sens que la signature identifie son auteur : elle crée un lien entre l'auteur et l'acte¹³⁹³. De même qu'un écrit doit être intelligible, c'est-à-dire que sa signification peut être retrouvée indirectement, la signature doit identifier son auteur, c'est-à-dire qu'elle est « un moyen d'identification et non pas une marque établissant immédiatement l'identité du signataire »¹³⁹⁴.

¹³⁸⁹ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 41.

¹³⁹⁰ V. en ce sens, M. JAOUEN, « Signature », *op. cit.*, qui rappelle que « la fonction première de la signature est donc l'identification du signataire, ce qui ne se confond pas avec une fonction de preuve de l'identité de l'auteur de l'acte ».

¹³⁹¹ *Id.* : « c'est pourquoi il est sans doute plus approprié de parler à cet égard d'une fonction d'imputabilité de l'acte à son auteur ». C'est d'ailleurs une des conditions que la Cour de cassation avait dégagée pour la valeur probatoire d'une télécopie : « l'écrit (...) peut être établi et conservé sur tout support, y compris par télécopies, dès lors que son intégrité et l'imputabilité de son contenu à l'auteur désigné ont été vérifiées, ou ne sont pas contestées » (Com., 2 déc 1997, n° 95-14.251, *Bull.* IV, n° 315).

¹³⁹² L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 41

¹³⁹³ M. JAOUEN, « Signature », *op. cit.*

¹³⁹⁴ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 41.

481. La fonction d'imputabilité remplie par la signature cryptographique. À la manière d'une signature manuscrite qu'un même signataire appose toujours de la même façon, et de manière ici immuable, chaque détenteur d'un couple clé publique – clé privée apposera toujours la même signature cryptographique et le destinataire pourra vérifier grâce à la clé publique de l'émetteur que ce dernier a bien signé la transaction avec sa clé privée¹³⁹⁵. La signature cryptographique sur la blockchain permet donc d'établir avec certitude et fiabilité le lien entre l'auteur et l'acte : la signature cryptographique est un moyen fiable d'imputabilité de l'acte à son auteur¹³⁹⁶. En ce sens, la signature cryptographique est un moyen d'identification indirecte de l'auteur de l'acte, en plus d'assurer infailliblement l'imputabilité de l'acte à son auteur et son inaltérabilité entre le moment de sa création et de sa signature et une fois le smart contract déployé sur la blockchain. En définitive, la signature cryptographique remplit bien la fonction d'identification au sens de l'article 1367 du code civil : elle permet d'imputer un acte à son auteur.

482. L'imputabilité dans les contrats informatibles. Pour un pur smart contract, le nom des parties ne sera en principe pas indiqué et le seul élément d'identification sera alors la clé publique de la partie. L'imputabilité du smart contract à son signataire ne fera aucun doute grâce à la signature cryptographique utilisée. En revanche, il sera difficile, voire impossible, de retrouver l'identité civile de l'utilisateur de la clé privée ayant servi à signer le smart contract. De deux choses l'une : soit son cocontractant connaît son identité civile et l'assigne devant un juge en cas de litige, et il faudra alors prouver que la clé publique dont il est détenteur correspond à la clé privée ayant permis de signer le smart contract, et la démonstration sera alors irréfutable ; soit l'identité est inconnue, et tout recours est impossible. En effet, en cas de véritable pseudonymat où l'identification n'est pas possible in fine, faute de dévoilement volontaire de l'identité et d'éléments pour y parvenir, tout contentieux sera impossible et le cocontractant victime se retrouvera sans recours face à un signataire cryptographique véritablement auteur de l'acte mais impossible à attraire devant les juridictions¹³⁹⁷.

¹³⁹⁵ Pour le rappel technique sur la signature cryptographique, v. *supra*, §65.

¹³⁹⁶ D. GOBERT et E. MONTERO, « La signature dans les contrats et les paiements électroniques : l'approche fonctionnelle », *op. cit.*, p. 63 : les auteurs expliquent dans le contexte des réseaux ouverts (comme c'est aujourd'hui le cas des blockchains publiques !), que « la signature est appelée à remplir, à elle seule, la fonction d'identification » et ils affirment ainsi que « par l'utilisation de la cryptographie asymétrique, en effet, l'identité du signataire est établie et formellement vérifiée préalablement à la conclusion de la transaction ». V., récemment, A. BARBET-MASSIN, *Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain*, *op. cit.*, n° 330 : la signature par blockchain permet d'établir le lien univoque entre la signature et le signataire. L'auteur rappelle également que les transactions (c'est-à-dire les données signées) sont signées par les participants par le jeu des clés publiques et privées (n° 316) : tel est le procédé de signature blockchain. En cela, elle permet d'assurer le lien entre une adresse publique et la transaction (n° 323).

¹³⁹⁷ Sur la question technique de la levée ou du maintien du pseudonymat, v. *supra* §187-188 et sur les conséquences quant à l'accès au juge, v. *infra*, §679-680.

Pour le contrat hybride, le nom des parties sera plus souvent connu et la même démonstration d'adéquation entre la clé publique de la personne dont le nom figure au contrat et la clé privée utilisée pour signer le smart contract intégré permettra, ou non, d'établir cette identification fiable requise par l'article 1367 du code civil.

483. Réflexion sur l'absence d'identification directe du signataire. Sur une blockchain publique, il n'est pas possible d'établir de lien vérifiable entre l'identité civile – l'internaute au clavier de son ordinateur – et l'identité cryptographique – le signataire de la transaction. Contrairement à la signature électronique d'un acte notarié par exemple, où le notaire peut vérifier en personne l'identité du signataire de la transaction, ou à la signature électronique qualifiée faisant intervenir un tiers certificateur¹³⁹⁸, aucune procédure associée à la blockchain ne permet de certifier que l'utilisateur de la clé publique et de la clé privée est bien celui à qui elles appartiennent¹³⁹⁹. Ainsi, le vol ou l'usurpation de la signature cryptographique asymétrique (composée du couple clé privée – clé publique) pourrait donner lieu à des transactions auxquelles le détenteur usuel de l'adresse publique correspondante n'a pas consenti.

Ce problème est cependant bien antérieur à la blockchain et se rencontre depuis qu'existent les transactions à distance. En particulier, dès qu'il y a une médiation par un écran, par l'électronique, la question de savoir « comment établir que le souscripteur de l'obligation a tapé lui-même sur le clavier »¹⁴⁰⁰ se pose ; c'est également le cas par exemple avec la question de la carte bancaire et du code confidentiel¹⁴⁰¹. À moins de procéder à une vérification de l'identité civile du signataire en sa présence ou comme le prévoit le règlement e-IDAS avec le recours à un tiers certificateur¹⁴⁰², il n'y aura jamais de certitude absolue que celui qui a signé électroniquement l'écrit est celui qu'il prétend être. C'est au stade du contentieux, seulement en cas de contestation de la signature¹⁴⁰³, que le problème devra être dénoué. Et c'est justement

¹³⁹⁸ Le droit européen impose le recours à un tiers de confiance pour vérifier l'identité afin de faire bénéficier d'une véritable présomption de fiabilité la signature électronique : v. *infra*, §484.

¹³⁹⁹ Au demeurant, il n'existe pas d'identification officielle du détenteur, en dehors des plateformes d'échanges obligées quant à elles de se soumettre à des procédures de *Know Your Customer*.

¹⁴⁰⁰ J. DEVEZE, « La forme du contrat électronique », in *Le contrat électronique*, Association Henri Capitant (dir.), Éd. Panthéon-Assas, 2002, p. 59-68 ; et l'on peut légitimement se demander « comment savoir qui tient la souris ? » (E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 277).

¹⁴⁰¹ Pour l'utilisation d'une carte bancaire et du code secret, v. D. GOBERT et E. MONTERO, « La signature dans les contrats et les paiements électroniques : l'approche fonctionnelle », *op. cit.*, p. 58 : les auteurs soulignent qu'il y a ici des possibilités de fraude... mais que « le risque n'est pas infiniment plus élevé que celui découlant de la contrefaçon d'une signature manuscrite ». Dans la même ligne, v. J.-F. RENUCCI, « L'identité du cocontractant », *op. cit.* : selon cet auteur, l'identité du cocontractant est ici chiffrée et une convention sur la preuve avec la banque permet de bénéficier d'une présomption simple d'usage de la carte par son titulaire légitime.

¹⁴⁰² Sur cette exigence, v. *infra*, §484.

¹⁴⁰³ V. *infra*, §486 sur la procédure à suivre.

pour cela que le règlement e-IDAS a posé une présomption de fiabilité de la signature apposé dans certains cas répondant à des exigences strictes.

b) *La fiabilité de la signature utilisée*

484. Un procédé fiable d'identification de l'auteur de l'acte : les exigences du règlement e-IDAS transposées en droit français¹⁴⁰⁴. Au-delà de la condition d'identification de l'auteur de l'acte, ou plus exactement d'imputabilité de l'acte à son auteur, l'article 1367, alinéa 2, du code civil impose que la signature électronique présente une certaine fiabilité : « lorsqu'elle est électronique, elle consiste en l'usage d'un procédé fiable d'identification garantissant son lien avec l'acte auquel elle s'attache ». Or, si les parties sont toujours libres de prouver cette fiabilité devant le juge¹⁴⁰⁵, la législation européenne¹⁴⁰⁶ a entendu donner un cadre et anticiper le contentieux de la preuve de la fiabilité en posant une présomption de fiabilité de la signature électronique à certaines conditions, transposées en droit français dans le décret du 28 septembre 2017¹⁴⁰⁷ auquel fait référence l'article 1367 précité. Toute signature électronique qui répond aux exigences de la signature « qualifiée » posée par le règlement e-IDAS est ainsi présumée fiable¹⁴⁰⁸ et le document électronique sur lequel elle est apposée pourra alors être considéré comme une preuve littérale parfaite.

¹⁴⁰⁴ V. sur le sujet, A. BARBET-MASSIN, *Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain*, *op. cit.*, n^{os} 315-356 ; É. A. CAPRIOLI, « Décret n^o 2017-1416 du 28 septembre 2017 relatif à la présomption de fiabilité de la signature électronique », *CCE*, n^o 11, novembre 2017, p. 92.

¹⁴⁰⁵ On notera que ce contentieux peut être délicat : le risque est que « le débat judiciaire ne s'égaré dans les méandres d'une preuve de la fiabilité du procédé d'identification utilisé, souvent laborieuse et difficile à établir » (F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n^o 156).

¹⁴⁰⁶ Règlement n^o 910/2014/UE sur l'identification électronique et les services de confiance pour les transactions électroniques au sein du marché intérieur adopté le 23 juillet 2014, dit « eIDAS ». Ce règlement impératif abroge la directive du 13 décembre 1999 « sur un cadre communautaire pour les signatures électroniques », en expliquant en son considérant 3 que « La directive 1999/93/CE du Parlement européen et du Conseil régissait les signatures électroniques sans fournir de cadre transfrontalier et intersectoriel complet pour des transactions électroniques sécurisées, fiables et aisées à utiliser. Le présent règlement renforce et développe l'acquis que représente ladite directive. »

¹⁴⁰⁷ Sur ce décret, v. É. A. CAPRIOLI, « Décret n^o 2017-1416 du 28 septembre 2017 relatif à la présomption de fiabilité de la signature électronique », novembre 2017, *op. cit.* Rappelons que le décret français n^o 2001-272 du 30 mars 2001 avait déjà posé tout un cadre très proche du cadre actuel. Il résultait de la transposition de la directive européenne du 13 décembre 1999. Pour une analyse de la présomption de fiabilité sous l'empire du droit ancien, v. F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n^{os} 156-159.

¹⁴⁰⁸ Décret du 28 septembre 2017, art. 1^{er} : « La fiabilité d'un procédé de signature électronique est présumée, jusqu'à preuve du contraire, lorsque ce procédé met en œuvre une signature électronique qualifiée.

Est une signature électronique qualifiée une signature électronique avancée, conforme à l'article 26 du règlement susvisé et créée à l'aide d'un dispositif de création de signature électronique qualifié répondant aux exigences de l'article 29 dudit règlement, qui repose sur un certificat qualifié de signature électronique répondant aux exigences de l'article 28 de ce règlement. »

Quelles sont ces exigences ? Pour rappel, trois niveaux de signature électronique existent selon le règlement e-IDAS, quant à leur fiabilité (et non leur validité¹⁴⁰⁹) : la signature électronique simple, la signature électronique avancée et la signature électronique qualifiée. Les exigences pour obtenir la signature électronique qualifiée, la seule à bénéficier de la présomption de fiabilité, résultent de la combinaison des articles 26, 28 et 29 du règlement e-IDAS.

Déjà, la signature doit être avancée. Selon l'article 26 du règlement, elle doit :

« a) être liée au signataire de manière univoque ; b) permettre d'identifier le signataire ; c) avoir été créée à l'aide de données de création de signature électronique que le signataire peut, avec un niveau de confiance élevé, utiliser sous son contrôle exclusif ; et d) être liée aux données associées à cette signature de telle sorte que toute modification ultérieure des données soit détectable ».

Ensuite, pour être qualifiée, la signature électronique doit en plus avoir été « créée à l'aide d'un dispositif de création de signature électronique qualifié répondant aux exigences de l'article 29 dudit règlement, qui repose sur un certificat qualifié de signature électronique répondant aux exigences de l'article 28 de ce règlement », selon l'article 1^{er} du décret du 28 septembre 2017. La condition la plus importante à retenir est celle du certificat qualifié de signature électronique : il ne peut être délivré que par un prestataire de service de confiance qualifié¹⁴¹⁰, qui a pour rôle de vérifier l'identité du signataire¹⁴¹¹. Autrement dit, la signature électronique qualifiée dépend de l'intervention d'un tiers certificateur qui vérifie l'identité du signataire.

485. La fiabilité de la signature cryptographique. Grâce à la signature cryptographique sur une blockchain publique, les parties ont l'assurance que l'acte signé cryptographiquement l'a été par son auteur et n'a pas été modifié¹⁴¹². De ce point de vue, la signature cryptographique est bien plus certaine et sécurisée que la signature manuscrite, et parfois que la signature électronique. Mais peut-elle bénéficier de la présomption de fiabilité résultant du droit positif ? Les conditions de la signature électronique avancée pourraient être réunies sans trop de difficulté : la signature cryptographique permet d'établir le lien avec le signataire de manière

¹⁴⁰⁹ É. A. CAPRIOLI, « Décret n° 2017-1416 du 28 septembre 2017 relatif à la présomption de fiabilité de la signature électronique », *op. cit.*, n° 4.

¹⁴¹⁰ Les prestataires de service de confiance qualifiés sont nommés par une agence nationale, en France, l'Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information (<https://www.ssi.gouv.fr/administration/qualifications/prestataires-de-services-de-confiance-qualifies/>).

¹⁴¹¹ É. A. CAPRIOLI, « Décret n° 2017-1416 du 28 septembre 2017 relatif à la présomption de fiabilité de la signature électronique », *op. cit.*, n° 7.

¹⁴¹² V. *supra*, §478 et §481-482.

univoque et permet l'identification du signataire¹⁴¹³. De plus, la signature cryptographique est utilisée sous le contrôle exclusif du signataire¹⁴¹⁴ et empêche la modification indétectable des données auxquelles elle est liée. Ainsi, la qualification de signature électronique avancée pourrait être retenue pour la signature cryptographique¹⁴¹⁵ sur une blockchain publique dès lors que ces conditions sont bien vérifiées en pratique – sauf à considérer que l'identification exigée relève ici d'une vérification d'identité¹⁴¹⁶ et non de l'imputabilité de l'acte à son auteur.

Or, s'agissant de la signature électronique qualifiée, il faudra que la vérification d'identité soit menée par un prestataire de service de confiance qualifié. Dès lors, en l'état actuel des textes, la signature cryptographique ne répond pas aux exigences d'e-IDAS, en l'absence de tiers certificateur¹⁴¹⁷. Cela signifie qu'une signature cryptographique utilisée sur une blockchain publique¹⁴¹⁸ ne bénéficie pas de la présomption de fiabilité de l'article 1367 alinéa 2 du code civil à ce jour. Il est indispensable de faire évoluer les textes français, si ce n'est européens, en la matière.

La proposition suivante est formulée, afin de conférer une présomption de fiabilité simple à la signature cryptographique¹⁴¹⁹ :

La signature cryptographique utilisée sur un dispositif d'enregistrement électronique partagé, répondant à des conditions fixées par décret en Conseil d'État, bénéficie d'une présomption simple de fiabilité, au sens de l'article 1367 alinéa 2 du code civil.

¹⁴¹³ Sur la signification de l'identification en matière de signature, v. *supra*, §479 et suivants.

¹⁴¹⁴ Sous réserve de ne pas être délégué à un prestataire de services sur actifs numériques, notamment à une plateforme d'échange : v. en ce sens, A. BARBET-MASSIN, F. FLEURET et A. LOURIMI, *Droit des crypto-actifs et de la blockchain*, *op. cit.*, n° 329. Pour que la condition soit remplie, il faut que l'utilisateur ait un contrôle exclusif de ses clés, par le biais de son portefeuille de cryptoactifs, non fourni par une plateforme d'échange.

¹⁴¹⁵ Suivant la même analyse, v. *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 102-104 ; *Legal and Regulatory Framework of Blockchains and Smart Contracts*, *op. cit.*, p. 12 ; LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.109 s. ; *contra*, estimant que la condition d'identification n'est pas possible en raison du pseudonymat, A. BARBET-MASSIN, *Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain*, *op. cit.*, n° 331.

¹⁴¹⁶ Celle-ci n'étant pas menée dans le cadre des blockchains publiques. V. en ce sens, *supra* §484 s. et aussi E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 282 : « rien dans son fonctionnement par défaut n'assure que l'identité des personnes à l'origine de la transaction a été sérieusement vérifiée ».

¹⁴¹⁷ V. aussi en ce sens, *Id.* ; *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 104 ; A. BARBET-MASSIN, F. FLEURET et A. LOURIMI, *Droit des crypto-actifs et de la blockchain*, *op. cit.*, n° 345. Ce recours à un tiers est regrettable, eu égard à l'objectif de désintermédiation et de simplification poursuivi par la blockchain. On ne peut que souhaiter une évolution du règlement prenant en compte les spécificités de la blockchain. V. en ce sens, *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 104.

¹⁴¹⁸ L'obstacle principal lié à la vérification d'identité pourrait en effet être levée sur des blockchains non publiques, c'est-à-dire privées ou permissionnées : v. en ce sens, A. BARBET-MASSIN, *Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain*, *op. cit.*, n° 347 et suivants.

¹⁴¹⁹ Cette proposition est née des réflexions menées au sein du groupe réglementaire de la Fédération française des professionnels de la blockchain au sujet de la preuve sur la blockchain, auxquelles l'auteur de la présente étude a activement participé. Une telle reconnaissance pourrait intégrer des dispositions réglementaires relatives à l'utilisation d'un dispositif d'enregistrement électronique partagé, mais aussi être adaptée à la convention de recours au smart contract insérée dans la convention des parties en amont du déploiement du smart contract.

486. La conséquence de l'utilisation d'une signature électronique non qualifiée. Il faut souligner que le recours à la signature électronique qualifiée est finalement assez rare en pratique, en raison des lourdeurs et des coûts qu'elle engendre, décourageant le client lorsqu'un tel processus de signature est mis en œuvre¹⁴²⁰. Évidemment, le double-clic pour valider la commande et le compte client utilisé ne sauraient se substituer à la signature électronique qualifiée et à la vérification d'identité par un tiers certificateur¹⁴²¹. Le contentieux de la preuve du contrat se résume alors souvent au recours à des modes de preuve imparfaits¹⁴²² et il reviendra au juge, conformément à l'article 1368 du code civil, de régler « les conflits de preuve par écrit en déterminant par tout moyen le titre le plus vraisemblable ».

Toutefois, les parties pourront toujours contester la fiabilité du procédé de signature électronique utilisé, en soulevant un incident d'écriture¹⁴²³ – c'est-à-dire que l'un des cocontractants dénierait avoir jamais signé le contrat informatisé. Selon l'article 287 du code de procédure civile, le juge devra vérifier si l'écrit électronique produit remplit les conditions des articles 1366 et 1367 du code civil¹⁴²⁴. Le contentieux se cristallisera sur la fiabilité de la signature cryptographique : le demandeur devra prouver que celle-ci est un moyen fiable d'identification établissant un lien avec l'auteur de l'acte. Il reviendra ainsi au juge de décider si la signature utilisée est un procédé fiable d'identification garantissant le lien avec l'acte auquel elle s'attache.

Or, la signature cryptographique sur blockchain permet très nettement d'établir le lien entre l'adresse publique d'un participant et une transaction donnée et assure que les données n'ont pas été modifiées. Il suffit d'utiliser la clé publique d'un participant pour prouver qu'il a signé la transaction avec sa clé privée¹⁴²⁵. Il semble ainsi que la preuve pourrait être rapportée,

¹⁴²⁰ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 280. Ainsi, « les professionnels es professionnels du commerce en ligne préfèrent se contenter de preuves bien plus frustes, et du risque contentieux qui les accompagne, s'il en résulte une hausse du chiffre d'affaires. En faveur de cet arbitrage, il faut ajouter que la mise en place de signatures chiffrées représente un coût, qui serait parfois sans rapport avec le faible montant des transactions passées. »

¹⁴²¹ *Ibid.*, n°s 280-281.

¹⁴²² *Ibid.*, n° 277.

¹⁴²³ V. F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 160 ; v. pour un exemple, où la Cour de cassation a censuré une cour d'appel n'ayant pas vérifié si les conditions des anciens articles 1316-1 et 1316-4 du code civil étaient satisfaites, alors qu'elle y était tenue selon l'article 287 du code de procédure civile, dès lors que la défenderesse déniait être l'auteur des messages produits par la demanderesse : 1^{er} civ., 30 sept. 2010, n° 09-68.555, *Bull. civ. I*, n° 178. En effet, sans contestation, la question ne se posera même pas. V. aussi, soulignant ce point, T. DOUVILLE, « Blockchains et preuve », *D.*, 2018, p. 2193.

¹⁴²⁴ Il s'agit de la procédure de contestation instituée à l'article 287 du code de procédure civile : « Si l'une des parties dénie l'écriture qui lui est attribuée ou déclare ne pas reconnaître celle qui est attribuée à son auteur, le juge vérifie l'écrit contesté à moins qu'il ne puisse statuer sans en tenir compte. Si l'écrit contesté n'est relatif qu'à certains chefs de la demande, il peut être statué sur les autres.

Si la dénégation ou le refus de reconnaissance porte sur un écrit ou une signature électroniques, le juge vérifie si les conditions, mises par les articles 1366 et 1367 du code civil à la validité de l'écrit ou de la signature électroniques, sont satisfaites. »

¹⁴²⁵ Le détenteur du couple clé publique clé privée pourra alors tenter de prouver le contraire, c'est-à-dire qu'il n'a pas lui-même tenu la souris, que sa signature cryptographique a été subtilisée... mais ici le problème est le même que pour la signature électronique qualifiée, dont on rappellera qu'elle ne bénéficie d'une présomption de fiabilité que « jusqu'à

en cas de contentieux sur ce point, de la fiabilité de la signature cryptographique sur une blockchain publique. Cela permettrait alors, si le juge statue en ce sens, de rendre la preuve parfaite : le support fourni sera considéré comme un écrit électronique sous seing privé.

En attendant, en l'absence de présomption légale de fiabilité et à défaut de convaincre le juge, les parties devront recourir à des modes de preuve imparfaits, ou tenter de ménager conventionnellement la preuve de leur contrat.

II. La preuve libérée du contrat informatisable

487. La preuve libérée par la volonté du législateur ou des parties. Alors qu'une opération devrait être soumise à l'exigence de la preuve littérale, plusieurs situations peuvent conduire à libérer la preuve. Il en est ainsi quand le législateur permet un retour à la liberté de la preuve, la preuve littérale ne pouvant être apportée (A). Mais c'est aussi la volonté des parties qui permet de libérer la preuve. Il est en effet envisageable pour les parties de prévoir en amont les modalités de preuve de l'existence de leur contrat, lorsque le contrat informatisable sera rédigé suivant un modèle, en adoptant une clause de preuve adaptée à l'utilisation de la blockchain. La présence d'une convention de preuve permettra de prévenir le contentieux de la preuve... mais encore faut-il qu'elle puisse valablement produire ses effets : l'hypothèse et ses limites doivent être explorées (B).

A. Le retour à la liberté de la preuve appliqué aux contrats informatisables

488. La liberté retrouvée. Dans quelques cas bien précis, le code civil rend aux parties une certaine liberté de preuve, alors qu'elles auraient normalement été soumises à l'exigence d'une preuve littérale. Le code civil commence par envisager l'impossibilité de se procurer un écrit, qu'elle soit matérielle ou morale¹⁴²⁶. La partie invoquant l'impossibilité devra la prouver, ce qui se révélera plutôt rare en matière informatique¹⁴²⁷.

preuve du contraire » selon l'article 1367 alinéa 2 : si la délivrance du certificat qualifié repose bien sur la vérification d'identité d'une personne en présence (ou moyens équivalents) selon l'article 23 du règlement eIDAS, il est ensuite valable pendant une certaine période. Rien ne prouve ensuite qu'une personne autre que la personne identifiée par le prestataire de confiance a tenu la souris et conclu la transaction... signée au nom de la personne dont l'identité avait été vérifiée. C'est la raison pour laquelle la présomption de fiabilité est simple et peut être renversée.

¹⁴²⁶ Article 1360 du code civil : « Les règles prévues à l'article précédent reçoivent exception en cas d'impossibilité matérielle ou morale de se procurer un écrit, s'il est d'usage de ne pas établir un écrit, ou lorsque l'écrit a été perdu par force majeure ».

¹⁴²⁷ V. en ce sens, F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, op. cit., n° 187 : l'auteur évoque « la perte de l'*instrumentum* électronique, suite par exemple à une défaillance des systèmes informatiques ou encore à une

Ensuite, la possibilité est donnée aux parties par l'article 1361 du code civil de compléter par tout moyen un commencement de preuve par écrit¹⁴²⁸ : cette notion est entendue largement, s'appliquant à tout écrit ne remplissant pas les conditions de la preuve littérale. Tout écrit électronique non valablement signé peut valoir commencement de preuve par écrit¹⁴²⁹, à certaines conditions : selon l'article 1361 du code civil, il s'agit de « tout écrit qui, émanant de celui qui conteste un acte ou de celui qu'il représente, rend vraisemblable ce qui est allégué ». Il faut donc surtout prouver que l'écrit émane de celui qui le conteste, condition qui peut s'avérer difficile lorsque, précisément, l'identification fait défaut par hypothèse. En effet, lorsque la preuve littérale n'est pas rapportée, c'est souvent parce la signature électronique ne permet pas d'établir le lien avec l'auteur de l'acte de façon suffisamment fiable¹⁴³⁰. Il reviendra à la partie opposant l'acte de prouver les éléments requis pour que le juge accepte de considérer l'écrit comme un commencement de preuve par écrit.

Dans tous ces cas, les parties peuvent apporter tout moyen de preuve afin de pallier l'absence d'écrit dont l'impossibilité d'établissement a été constatée ou de corroborer un commencement de preuve par écrit.

489. Application aux contrats informatibles. S'agissant des contrats informatibles, il n'y a pas à proprement parler d'impossibilité d'établir un écrit, ni morale ni matérielle, dans la situation étudiée¹⁴³¹. Le problème réside davantage dans le fait que le smart contract déployé sur une blockchain risque de ne pas remplir toutes les exigences de la preuve littérale, en

action malveillante en direction de ces derniers, ayant entraîné la destruction des fichiers dans lequel l'acte était archivé ».

¹⁴²⁸ L'article 1362 du code civil définit la notion en donnant plusieurs exemples : « Constitue un commencement de preuve par écrit tout écrit qui, émanant de celui qui conteste un acte ou de celui qu'il représente, rend vraisemblable ce qui est allégué.

Peuvent être considérés par le juge comme équivalant à un commencement de preuve par écrit les déclarations faites par une partie lors de sa comparution personnelle, son refus de répondre ou son absence à la comparution.

La mention d'un écrit authentique ou sous signature privée sur un registre public vaut commencement de preuve par écrit. »

¹⁴²⁹ P. CATALA, « L'électronique et la cohérence du droit », *CCE*, n° 02, 2001, p. 1 : « un écrit électronique imparfait peut valoir comme commencement de preuve par écrit aux conditions de l'article 1347 ».

¹⁴³⁰ V. sur le sujet, F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 186 : l'auteur précise que cette condition est problématique puisqu'il faut que l'auteur de l'écrit soit identifié avec certitude alors que par hypothèse, la signature ne permet pas ici cette identification suffisante au regard des exigences légales. Mais elle estime que d'autres éléments « associés à l'émission de cet écrit » permettrait toutefois de retrouver l'identification de l'auteur, notamment « la signature électronique de l'internaute » ou encore le nom figurant dans son adresse de messagerie électronique.

¹⁴³¹ Même si on peut toujours réserver l'hypothèse d'une impossibilité matérielle, par exemple en cas de défaillance du réseau... Mais cela suppose une défaillance d'internet de manière générale, car on a montré combien les blockchains étaient résilientes aux défaillances techniques. Quant aux attaques informatiques, si elles ne peuvent pas être écartées tout à fait, par exemple pour réécrire une partie de la chaîne en supprimant des blocs déjà validés, on a montré combien la probabilité de réalisation d'un tel scénario était infime (v. *supra*, §80). Si la possibilité ne peut pas être définitivement exclue, il faudra toutefois réussir à prouver au juge une telle impossibilité de se procurer un écrit.

particulier pour la signature électronique de l'acte¹⁴³². Si le juge n'est pas convaincu par la fiabilité de la signature employée pour signer le contrat informatisable, il aura devant lui un écrit émanant de l'une des parties, ce dont atteste l'apposition de sa signature cryptographique¹⁴³³, et rendant vraisemblable l'existence du contrat allégué. En effet, le demandeur aura produit au soutien de sa demande l'enregistrement du smart contract sur la blockchain signé cryptographiquement par les parties. On peut ainsi considérer qu'il constitue le commencement de preuve par écrit du contrat informatisable.

Des éléments de preuve complémentaires extrinsèques, ne figurant pas dans le smart contract, devront être apportés pour renforcer cette preuve insuffisante. On peut penser par exemple à la traduction du code informatique en présence d'un pur smart contract, ou encore d'une démonstration par un expert de l'adéquation entre la clé publique et la clé privée de chacun des signataires afin de prouver l'intégrité et l'imputabilité du smart contract, si celles-ci étaient contestées ; pourquoi pas encore un échange par courriers électroniques ou autres formes d'échanges attestant de l'existence du contrat informatisable. Tout reposera ensuite sur l'appréciation par le juge saisi des éléments de preuve qui lui auront été fournis, ce qui soumet cette preuve libre du contrat informatisable à un fort aléa judiciaire. Les parties peuvent tenter de s'y soustraire conventionnellement.

B. La convention de preuve

490. Prévenir le contentieux de la preuve. Pour éviter des incertitudes liées à l'aléa judiciaire, en particulier quant à l'appréciation de la fiabilité de la signature cryptographique ou d'autres éléments de preuve fournis pour apporter la preuve du contrat informatisable, les parties peuvent convenir en amont des modes de preuve qu'elles regarderont comme suffisants ou admissibles pour établir la preuve de leur contrat informatisable. Toutefois, il est nécessaire de s'interroger sur la possibilité de prévoir une convention de preuve dans un contrat informatisable et sur son éventuelle efficacité, ces deux éléments n'étant pas acquis (1). Dans les cas où elles seraient envisageables, des propositions de rédaction de convention de preuve seront présentées (2).

¹⁴³² V. *supra*, §485 et suivants.

¹⁴³³ En l'absence d'identification des parties, il faut réussir à prouver que le smart contract émane de celui auquel on l'oppose. Il est certain que la cryptographie permet d'assurer que l'acte émane de celui qui l'a signé en raison du lien cryptographique inaltérable entre la clé cryptographique détenue par le signataire et l'acte signé. Le problème de l'identification de la personne signataire n'est pas différent que tel qu'exposé précédemment : soit le contractant est identifié, et le problème disparaît en vérifiant sa clé publique et sa clé privée ; soit il n'est pas identifié... et le contentieux est tout simplement impossible.

1) *Le régime de la convention de preuve appliqué aux contrats informatisés*

491. La validité et l'efficacité des conventions sur la preuve. L'article 1356 du code civil dispose en son alinéa premier : « Les contrats sur la preuve sont valables lorsqu'ils portent sur des droits dont les parties ont la libre disposition ». Déjà, l'article 1316-2 introduit dans le code civil par la loi du 13 mars 2000 évoquait la possibilité de recourir à une convention sur la preuve¹⁴³⁴. La réforme de 2016 est allée plus loin et a véritablement consacré la jurisprudence bien établie qui reconnaissait la validité des conventions sur la preuve¹⁴³⁵. Celles-ci peuvent être définies comme « des accords exprès ou tacites ayant pour objet de modifier les règles légales normalement applicables pour établir la preuve judiciaire des actes juridiques »¹⁴³⁶.

Ces conventions sont valables tant qu'elles respectent les limites indiquées aux alinéas 1 et 2 de l'article 1356 du code civil¹⁴³⁷ : seuls les droits dont les parties ont la libre disposition peuvent faire l'objet d'une convention sur la preuve, ce qui exclut notamment l'état des personnes, la capacité, etc. De plus, les conventions sur la preuve doivent respecter les dispositions impératives en matière de preuve, telles que les présomptions irréfragables établies par la loi, et ne peuvent établir que des présomptions simples. Attention encore au risque de censure des conventions de preuve si elles sont insérées dans des contrats de consommation ou d'adhésion et qu'elles créent un déséquilibre significatif entre les droits et les obligations des parties : elles pourraient être réputées non écrites, si elles privent la partie faible de certains modes de preuve ou si elle a pour effet de renverser la charge de la preuve¹⁴³⁸. En matière de contrat électronique par exemple, la clause ne sera pas présumée abusive ou déséquilibrant les

¹⁴³⁴ Article 1316-2 du code civil, dans sa version antérieure à celle issue de l'ordonnance du 10 février 2016 : « Lorsque la loi n'a pas fixé d'autres principes, et à défaut de convention valable entre les parties, le juge règle les conflits de preuve (...) ».

¹⁴³⁵ Cass. civ., 17 févr. 1838 : S. 1839, 1, p. 317 ; Cass. req., 13 déc. 1911 : DP 1912, 1, p. 158. V. sur l'introduction novatrice de l'article 1356, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 956-960 : cette disposition offre désormais « une assise textuelle solide, plus claire et plus vaste que celle offerte par l'ancien article 1316-2 du code civil ».

¹⁴³⁶ F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, op. cit., n° 176. Les clauses de preuve peuvent poursuivre différents objectifs : elles permettent « d'aménager les règles légales en la matière, afin de faciliter ou au contraire rendre plus difficile la preuve soit de l'existence de l'obligation, soit du fait juridique qui en constitue l'exécution » et peuvent concerner « la charge de la preuve, ses procédés ou son objet » (W. DROSS, *Clausier*, op. cit., p. 659).

¹⁴³⁷ Article 1356 du code civil : « Les contrats sur la preuve sont valables lorsqu'ils portent sur des droits dont les parties ont la libre disposition.

Néanmoins, ils ne peuvent contredire les présomptions irréfragables établies par la loi, ni modifier la foi attachée à l'aveu ou au serment. Ils ne peuvent davantage établir au profit de l'une des parties une présomption irréfragable. »

¹⁴³⁸ A. BENABENT, *Droit des obligations*, op. cit., n° 132 : l'auteur souligne que « dans les contrats de consommation, sont visées comme susceptibles d'être abusives les clauses qui renverseraient la charge de la preuve au détriment du consommateur ou limiteraient les moyens à sa disposition » et estime qu'il en serait sans doute de même dans tout contrat d'adhésion au titre du nouvel article 1171 ». V. l'article R. 212-2 du code de la consommation, listant parmi les clauses présumées abusives, celles visant à « Limiter indûment les moyens de preuve à la disposition du consommateur » (9°).

droits et obligations des parties si elle se contente de stipuler que l'enregistrement électronique fait preuve entre les parties sans ajouter que seul ce mode de preuve est admis¹⁴³⁹.

Lorsqu'elles sont valables et efficaces, les conventions sur la preuve offrent une grande souplesse aux parties. Elles peuvent en effet porter sur les procédés de preuve, par exemple en les hiérarchisant ou en prévoyant une résolution des conflits de preuve ; elles peuvent aussi élargir les modes de preuve recevables et permettre une preuve par tous moyens là où une preuve littérale serait normalement exigée, ou encore restreindre les modes de preuve recevables¹⁴⁴⁰. La convention est particulièrement utile lorsque les parties conviennent des éléments qui permettront de faire la preuve de leur contrat, par exemple « des écrits électroniques ne remplissant pas toutes les exigences posées par le code »¹⁴⁴¹.

Un exemple bien connu est celui des conventions de preuve en matière bancaire¹⁴⁴², qui permet de poser une présomption d'utilisation de la carte bancaire par son titulaire légitime¹⁴⁴³. Ainsi, la transaction est valable... jusqu'à ce que le propriétaire volé fasse opposition¹⁴⁴⁴. La preuve peut donc résulter du recours à un procédé technologique « auquel les parties reconnaissent toute légitimité et leur accordent la confiance »¹⁴⁴⁵.

492. L'efficacité limitée de la convention sur la preuve de l'existence du contrat. L'objet de la convention de preuve pour un contrat informatisable serait par exemple d'autoriser le recours à la preuve par tout moyen alors que la preuve littérale est normalement admise, ou d'admettre une présomption simple de fiabilité de la signature cryptographique¹⁴⁴⁶. Il s'agit d'aménager la preuve de l'existence du contrat. Or, une telle clause ne peut être véritablement

¹⁴³⁹ L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 34. L'auteur estime que de la même manière, « la clause indiquant que le double-clic prouve l'engagement est parfaitement valable dès lors qu'il n'est pas prétendu que cette modalité revient à respecter l'article 1367 du Code civil » et de manière générale, « l'essentiel consiste en ce que le professionnel ne rende pas le mode de preuve qu'il a choisi exclusif de tout autre. »

¹⁴⁴⁰ W. DROSS, *Clausier, op. cit.*, p. 643.

¹⁴⁴¹ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 346 ; v. dans le même sens, L. GRYNBAUM, « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », *op. cit.*, n° 34.

¹⁴⁴² La Cour de cassation a reconnu « la validité des conventions de preuve accompagnant la délivrance d'une carte magnétique de crédit, solution sans laquelle ce mode de paiement n'aurait pu prospérer » (P. CATALA, « Écriture électronique et actes juridiques », 1999, *op. cit.*) : 1^o civ., 8 nov. 1989, n° 86-16.197, *Bull. civ. I*, n° 342 (arrêt « Crédecas »).

¹⁴⁴³ J.-F. RENUCCI, « L'identité du cocontractant », *op. cit.* : pour la carte bancaire avec code confidentiel, l'identité du cocontractant est chiffrée et il existe une convention sur la preuve avec la banque, posant une présomption simple d'usage de la carte le titulaire légitime.

¹⁴⁴⁴ J.-C. SAINT-PAU, *L'anonymat et le droit, op. cit.*, n° 318 s. : l'auteur rappelle aussi qu'en cas d'opposition, pour toutes les opérations postérieures à l'opposition, il est acquis que ce n'est pas le titulaire de la carte qui a donné l'ordre de paiement, mais une personne anonyme.

¹⁴⁴⁵ M. MARTIN, « Pratique contractuelle. Contrats de l'informatique. Les clauses de convention de preuve. », *CCE*, n° 3, mars 2021, p. 4.

¹⁴⁴⁶ La Fédération française des professionnels de la blockchain travaille actuellement sur un modèle de convention de preuve, intégrant à la fois une présomption simple de fiabilité de la signature cryptographique et la reconnaissance de la force probante des données inscrites dans une transaction enregistrée sur une blockchain.

efficace que si elle a été valablement consentie. Il faut donc encore pouvoir prouver que le contrat qui la contient existe... preuve qui ne pourra pas être aménagée par ce même contrat ! Les auteurs soulignent fréquemment que si « la preuve de l'existence d'un acte juridique peut être aménagée afin d'échapper à la nécessité d'un écrit », c'est nécessairement pour l'avenir, c'est-à-dire « pour aménager la preuve de contrats ultérieurs, tels des contrats d'application »¹⁴⁴⁷.

Or, c'est bien là tout le problème et la limitation drastique de l'intérêt de ces conventions : en matière électronique, pour des contrats conclus de façon ponctuelle, aucune convention de preuve ne peut être efficacement insérée¹⁴⁴⁸. La convention de preuve ne sera valable et surtout suivie d'effet que si elle est stipulée dans un contrat cadre, afin de régir la preuve des contrats d'application futurs. C'est d'ailleurs l'usage qui est suivi en matière d'échange de données informatisé (EDI), où la convention EDI conclue par les parties avant l'utilisation du système permet de régler en amont les questions de preuve, entre autres¹⁴⁴⁹.

493. Convention sur la preuve et contrats informatisables. L'emploi de conventions sur la preuve apparaît dès lors très limité pour les contrats informatisables. Toutes les fois qu'ils seront des contrats ponctuels, non précédés d'un contrat dont la preuve peut être rapportée avec certitude et conformément aux exigences légales, une convention de preuve ne pourra y être insérée.

Pour les contrats informatisables négociés, il faudrait conclure une convention de preuve en amont, dans un accord préalable à la conclusion de tout contrat informatisable et au déploiement de tout smart contract, à la manière de la convention EDI conclue avant que ne débutent les transactions EDI – ce qui est possible pour des blockchains privées ou

¹⁴⁴⁷ V. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 957 ; A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 132 ; G. LARDEUX, « Preuve : règles de preuve - Les principes fondamentaux », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, 2018, n° 265 ; L. SIGUIRT, « Art. 1356 Fasc. unique : Preuve des obligations - Contrats sur la preuve », in *JCl. Civil Code*, LexisNexis, 2020, n° 21 ; et de la même manière, pour les contrats conclus par voie électronique, F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 188, spéc. p. 274 : l'auteur souligne que « la pleine efficacité de ces conventions est ici loin d'être assurée », principalement car « elles ne règlent pas la question de la preuve de leur propre acceptation, dans la mesure où elles sont incluses dans le contrat dont il s'agit justement... de prouver l'acceptation ». V. dans le même sens, dès le début du recours à l'informatique par le grand public, C. LUCAS DE LEYSSAC, « Le droit fondamental de la preuve, l'informatique et la télématique », *LPA*, n° 65, 29 mai 1996, p. 3-9.

¹⁴⁴⁸ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 290 : l'auteur explique clairement le problème. « L'utilisation traditionnelle de ce procédé par les banques repose sur un montage solide : les conditions générales d'utilisation des cartes bancaires sont signées en agence, sur un contrat « papier », et posent par exemple que, pour l'avenir, la tabulation du code PIN, ou plus précisément sa trace dans les serveurs de la banque, vaudra comme preuve entre les parties. Mais si l'on passe un seul contrat électronique ponctuel, le système ne fonctionne plus ! Pour prouver qu'un contrat a été passé, on ne peut se référer à une convention de preuve figurant dans ledit contrat, car elle ne pourra produire ses effets que... s'il est prouvé qu'elle a été acceptée : c'est une boucle de raisonnement. »

¹⁴⁴⁹ Sur l'EDI, v. *supra*, §110 s. et en particulier §113 sur la convention EDI ou Accord Interchange.

permissionnées¹⁴⁵⁰. Dans une blockchain publique où une telle convention n'existe pas expressément, il est envisageable de conclure un contrat-cadre prévoyant le recours ultérieur à des contrats informatibles¹⁴⁵¹ et ce peut être notamment l'hypothèse d'une convention cadre régissant l'utilisation d'un objet connecté amené par la suite à conclure des transactions à l'aide de smart contracts¹⁴⁵². Il est indispensable dans cette situation de pouvoir prouver que l'utilisateur a accepté le contrat-cadre initial contenant la convention de preuve régissant les contrats d'application ultérieurs.

Il est en revanche difficile de soutenir que le recours à la blockchain vaut convention tacite sur la preuve¹⁴⁵³. L'hypothèse est tentante : par analogie avec la convention en matière bancaire, on pourrait suggérer qu'il existe sur la blockchain une telle convention de preuve, ici tacite, selon laquelle les parties à la transaction reconnaissent que l'utilisation de la clé privée liée à la clé publique vaut consentement à la transaction du titulaire de ces clés¹⁴⁵⁴, sauf à apporter la preuve contraire, c'est-à-dire la preuve d'une utilisation frauduleuse ou d'une subtilisation de ces clés. Mais il paraît difficile d'admettre l'efficacité d'une telle convention tacite ; l'aménagement de la preuve nécessite des dispositions expresses.

2) Propositions de rédaction

494. Objectif. Dans les cas où elle est possible, la convention de preuve utile pour les contrats informatibles aurait pour objet de reconnaître la valeur probatoire de l'inscription du smart contract sur la blockchain comme preuve du contrat. Une telle clause permettrait ainsi d'écartier toutes les difficultés liées à l'exigence d'une preuve littérale : intelligibilité de l'écrit, fiabilité de la signature, identification des parties... Par la convention de preuve, les parties conviennent qu'un mode de preuve particulier permettra de faire la preuve de leur contrat.

¹⁴⁵⁰ Dans ces blockchains (pour rappel, v. *supra*, §87), où les participants sont amenés à signer une convention régissant l'utilisation du registre. Voir en ce sens, *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 100, et pour une analyse similaire appliquée aux réseaux fermés par opposition aux réseaux ouverts, C. LUCAS DE LEYSSAC, « Le droit fondamental de la preuve, l'informatique et la télématique », *op. cit.* : « La solution ne vaut évidemment que pour les systèmes dits « fermés », c'est-à-dire ceux qui supposent l'établissement de relations contractuelles préalables à l'utilisation des mécanismes (ex. : cartes de paiement) ».

¹⁴⁵¹ V. *supra*, §364 s.

¹⁴⁵² V. *supra*, §149-151.

¹⁴⁵³ V. déjà, C. LUCAS DE LEYSSAC, « Le droit fondamental de la preuve, l'informatique et la télématique », *op. cit.*, au sujet du recours à Internet avant les blockchains : « les systèmes ouverts (services offerts par l'intermédiaire du minitel, par exemple) ne sont pas concernés par de telles conventions, sauf à tenter de faire admettre que le recours au système vaudrait accord sur les termes d'un contrat préalablement communiqué à l'utilisateur... Tentative bien hasardeuse... ».

¹⁴⁵⁴ M. MARTIN, « Pratique contractuelle. Contrats de l'informatique. Les clauses de convention de preuve. », *op. cit.* : l'auteur estime que la blockchain et les smart contracts peuvent constituer un procédé technologique « auquel les parties reconnaissent toute légitimité et leur accordent la confiance », à l'instar de la carte magnétique utilisée avec un code confidentiel.

Pour éviter de se heurter à une inefficacité *a posteriori* dans un contrat de consommation ou dans un contrat d'adhésion, la clause ne doit pas déséquilibrer significativement les droits et obligations des parties. En particulier, la clause ne doit pas trop restreindre les modes de preuve utilisables au point de placer la partie faible dans une situation où la preuve est impossible à rapporter. Mais en donnant à l'inscription sur la blockchain une véritable force probante, la convention sur la preuve permet justement d'élargir les modes de preuve recevables : les droits des parties en matière de preuve s'en trouvent renforcés.

495. Propositions de clauses. En suivant l'objectif établi et les recommandations formulées, les rédactions suivantes pourraient être utilisées.

1. *« Les parties reconnaissent au smart contract contenu dans une transaction régulièrement enregistrée et validée dans un bloc de la blockchain [x] et signé cryptographiquement par chacune des parties la même force probante, à l'égard de l'autre partie, qu'un écrit.*

Sauf à en démontrer, d'une manière ou d'une autre, la non intégrité, chaque partie renonce à contester, en tant que moyen de preuve écrit, tout smart contract établi conformément au précédent alinéa »¹⁴⁵⁵.

2. *« Une partie reconnaît la qualité d'écrit électronique, valant preuve, aux données et messages émis par une autre partie sur la blockchain [x] et signé cryptographiquement, comme s'il s'agissait de données ou messages sur support électronique, et s'interdit de contester leur validité au seul motif de leur enregistrement sur la blockchain [x] ».*

3. *« Les parties reconnaissent que la preuve des smart contracts d'application passés en application du présent contrat cadre puisse être apportée par tout moyen, en ce compris l'enregistrement du code informatique du smart contract dans un bloc validé de la blockchain [x] ».*

496. Mise en pratique. La clause devra figurer dans le contrat-cadre, accepté par chacune des parties conformément aux exigences légales. En cas de contentieux, la partie mécontente pourra saisir le juge et ainsi apporter la preuve de l'existence de son contrat informatizable en

¹⁴⁵⁵ Cette clause est inspirée des clauses de preuve présentes dans les contrats EDI et présentées par F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, op. cit., n° 181. La clause ménage tout de même la preuve contraire : elle pose seulement une présomption simple et peut donc être regardée comme valable.

fournissant l'extrait de la blockchain concernée où figureront le code informatique du smart contract en cause et les transactions contenant les signatures cryptographiques de la partie émettrice et de la partie acceptante. Ces données permettront, conformément à la clause du contrat-cadre, d'établir la preuve du contrat informatisable d'application, sans s'astreindre aux exigences de la preuve littérale, et de reconnaître la force probante du code informatique du smart contract déployé sur une blockchain.

497. Conclusion de la section. La preuve d'un contrat informatisable n'est pas si aisée. Si une preuve littérale est exigée, le code source du smart contract peut certes être qualifié d'écrit, dès lors qu'il s'agit d'une suite de caractères à laquelle une signification intelligible peut être donnée. Toutefois, il faudra être capable, en cas de contentieux, de bien restituer une signification compréhensible à l'écrit, rédigé en langage informatique et qui nécessite donc une traduction manuelle ou automatisée. Le smart contract qui compose en tout ou partie le contrat informatisable peut donc en principe être produit comme mode de preuve du contrat. Or, pour que ce mode de preuve soit parfait, c'est-à-dire qu'il soit doté d'une force probante suffisante, il faut encore que l'écrit soit signé. Les exigences applicables à la signature électronique empêchent à ce jour de faire bénéficier d'une présomption de fiabilité la signature cryptographique apposée sur une transaction dans une blockchain publique. Toutefois, la partie demanderesse pourra toujours apporter la preuve de la fiabilité du procédé utilisée en cas de contestation de la signature. Pour renverser la charge de la preuve, il est proposé de reconnaître à la signature cryptographique une présomption simple de fiabilité, lorsqu'elle est utilisée sur un dispositif d'enregistrement électronique partagé, par une modification des textes français, voire du règlement e-IDAS, afin de prendre en compte les spécificités des blockchains.

En pratique, les parties auront souvent recours à des modes de preuve imparfaits, parce que la preuve est libre ou parce que le contrat informatisable peut être considéré comme un commencement de preuve par écrit. Il reviendra alors au juge de déterminer souverainement la force probante des éléments qui lui sont soumis, avec tout l'aléa qui entoure l'appréciation souveraine des juges du fond, et parfois le recours à un expert pourra s'avérer nécessaire pour lui expliquer les spécificités techniques liées à l'utilisation d'une blockchain donnée. On aurait pu penser qu'une convention de preuve permettrait de régler les incertitudes liées à la preuve, mais ce procédé reste essentiellement cantonné aux réseaux fermés, sauf à insérer une telle clause dans un contrat-cadre prévoyant le recours ultérieur à des contrats informatisables, à l'image de la pratique en matière d'EDI.

498. Conclusion du chapitre. L'étude a montré que la flexibilité du droit des contrats et la liberté contractuelle autorisaient la libre conclusion du contrat informatisable, suivant des

formes voulues par les parties. Ainsi, le contrat informatisable est un contrat consensuel dans lequel la volonté des parties s'exprime par la signature cryptographique des parties, tandis que le moment précis de la conclusion du contrat est fixé grâce à l'horodatage du smart contract dans la blockchain. En revanche, lorsque le caractère impératif de certaines dispositions légales vient limiter la liberté contractuelle, les spécificités du contrat informatisable s'accordent moins bien avec le respect du droit. En particulier, la rédaction du contrat informatisable en tout ou partie en langage informatique empêche par nature de se conformer aux prescriptions légales impératives dans sa partie smart contractuelle. Des parades doivent être trouvées pour respecter le droit en vigueur, en particulier en développant des modèles de contrats hybrides intégrant les mentions obligatoires. De plus, la rigidité du langage informatique employé empêche d'intégrer la flexibilité propre au droit : seules des actions exécutoires informatiquement peuvent être programmées, sans interprétation ou appréciation humaine. Il serait alors possible de voir dans le recours au contrat informatisable une certaine atteinte, choisie, à la liberté de déterminer le contenu du contrat.

Par ailleurs, le formalisme propre au contrat informatisable n'est pas une garantie de sa force probante, qui présente quelques faiblesses du point de vue des exigences du droit de la preuve, particulièrement forte en matière de signature électroniques. Il serait nécessaire qu'une intervention législative revête la signature cryptographique sur blockchain d'une présomption simple de fiabilité, afin d'éviter de soumettre la preuve des contrats informatisables à un fort aléa judiciaire. Pour tous les contrats cadre, il est recommandé d'aménager autant que de possible la preuve de leur smart contract d'application afin de reconnaître la valeur de la preuve sur blockchain¹⁴⁵⁶. Sans doute le développement des modèles et standards permettra de prévoir dans des conditions générales, acceptées en amont du contrat informatisable, une telle convention de preuve favorable aux contractants. Le contentieux sera ainsi mieux préparé. La validité du contrat informatisable pourra alors être éprouvée.

¹⁴⁵⁶ V. l'exemple proposé en Annexe 3.

Chapitre 2 – La validité du contrat informatisable

499. De la formation à la validité du contrat informatisable. Qu'il s'agisse d'un pur smart contract ou d'un contrat hybride¹⁴⁵⁷, le contrat informatisable a été signé cryptographiquement et déployé sur une blockchain, afin d'y être exécuté automatiquement dès que ses conditions sont remplies. En un mot, le contrat informatisable a été formé. Mais l'a-t-il été valablement ? Classiquement, en cas de contentieux, dès lors que la preuve de l'existence du contrat est rapportée ou qu'elle n'est pas contestée, le défendeur peut toujours opposer le défaut de validité du contrat comme moyen de défense à son cocontractant qui demande l'exécution d'une obligation contractuelle. Si une des conditions de validité du contrat venait à manquer, le contrat pourrait alors se trouver privé d'effet, soit parce que sa nullité est prononcée, soit parce qu'une autre sanction le prive d'existence ou d'efficacité. Ce mécanisme classique doit trouver à s'appliquer aux contrats informatisables.

Or, il n'est pas évident que les contrats informatisables puissent satisfaire toutes les conditions classiques de validité, en raison de leurs spécificités (Section 1). Si une condition de validité venait à faire défaut, il faudrait cependant que le juge puisse prononcer la sanction adaptée à l'encontre d'un contrat informatisable non valablement formé, et que celle-ci soit effectivement appliquée, ce qui peut être source de difficulté pour les contrats informatisables (Section 2).

L'étude des contrats informatisables montre que l'instrument inflexible qu'est le smart contract est par nature peu compatible avec la fonction préventive du droit des contrats, intrinsèquement protectrice et humaine et faisant souvent appel au juge pour être mise en œuvre. L'enjeu est donc de trouver des solutions permettant d'appliquer ou d'adapter le droit des contrats, lorsque cela est nécessaire, afin d'anticiper au mieux le contentieux qui pourrait surgir. Cette démarche s'annonce prospective puisque, à notre connaissance, il n'existe pas à ce jour de contentieux notable sur la validité de smart contracts pris comme contrats, en France comme à l'étranger.

Section 1 – Les contrats informatisables à l'épreuve des conditions de validité classiques des contrats

Section 2 – Le prononcé et l'effectivité des sanctions du défaut de validité du contrat informatisable

¹⁴⁵⁷ Pour un rappel de la typologie adoptée, v. *supra*, §321 s.

Section 1 – Les contrats informatisables à l'épreuve des conditions de validité classiques des contrats

500. Recherche de spécificités. Pour être valables, les contrats informatisables doivent remplir les conditions classiques de validité des contrats. Celles-ci sont clairement détaillées par le code civil, dans sa version révisée et modernisée par l'ordonnance du 10 février 2016 et la loi de ratification du 20 avril 2018. Il n'est pas question ici d'exposer dans le détail toutes les conditions de validité et les interrogations qu'elles suscitent en tant que telles, mais de se demander s'il existe des particularités au regard des contrats informatisables. Ainsi, toutes les fois que la confrontation des contrats informatisables aux règles classiques ne rend pas compte de spécificités, notamment parce que les questions ont pu être réglées au sujet des contrats en ligne, l'étude de l'application de ces règles ne sera pas étudiée.

Or, nombre de caractéristiques techniques et d'obstacles précédemment relevés dans la première partie de l'étude peuvent rendre difficile la satisfaction de certaines conditions de validité, qu'il s'agisse du pseudonymat, de l'utilisation du langage informatique ou d'autres caractéristiques propres aux blockchains. Ces obstacles peuvent empêcher de remplir des conditions de validité relatives tant à la personne du contractant (I) qu'au contenu du contrat informatisable (II).

I. Le contractant, partie au contrat informatisable

501. Le consentement et la capacité du contractant face au pseudonymat et au code informatique des contrats informatisables. Le contractant partie au contrat informatisable doit répondre aux mêmes conditions de validité que tout contractant d'un contrat classique, suivant les prescriptions de l'article 1128 du code civil : « Sont nécessaires à la validité d'un contrat : 1° Le consentement des parties ; 2° Leur capacité de contracter (...) ».

Or, plusieurs caractéristiques des contrats informatisables déployés sur une blockchain peuvent rendre difficile la vérification ou la satisfaction même de ces conditions, notamment l'utilisation d'un langage informatique et le recours au pseudonymat et à des agents informatiques autonomes. Cette confrontation conduit à s'interroger d'abord sur le recours au code informatique pour rédiger les smart contracts, qui peut faire douter de la réalité du consentement au contrat informatisable, condition essentielle pour la validité des contrats (A). Ensuite, les obstacles rencontrés portent également sur la personne du contractant, qui doit être capable de contracter (B).

A. Le consentement du contractant

502. Contrat informatisable et consentement réel et sérieux. Le consentement du contractant est une condition essentielle de validité du contrat : le consentement d'une partie témoigne de sa volonté de s'engager contractuellement, d'être liée par les obligations du contrat. Notons que cette condition a été envisagée dans un premier temps sous l'angle de l'accord de volontés, lors de l'étude de la qualification des smart contracts, afin de s'interroger sur le mode formel d'expression de la volonté dans les smart contracts¹⁴⁵⁸. Il s'agit désormais d'éprouver la validité de la condition de consentement. Autrement dit, au stade de la qualification, c'est surtout l'existence de l'accord de volontés formel qui était recherchée ; au stade de la validité du contrat, c'est la validité substantielle de chaque consentement qui est appréciée.

La sous-section dédiée au consentement dans le code civil à l'issue de la réforme de 2016 ne comprend que deux paragraphes, l'un concernant l'existence du consentement, l'autre les vices du consentement¹⁴⁵⁹. Le seul article figurant dans le premier de ces paragraphes est l'article 1129, relatif à la sanité d'esprit. L'article ne traite ni de l'absence de consentement, ni des caractères du consentement, ce qui est regrettable selon certains¹⁴⁶⁰ ; on peut toutefois relever que les caractères du consentement peuvent être déduits des vices du consentement : le consentement doit être éclairé pour éviter toute erreur et doit être intègre et non le fruit d'un dol ou d'une violence.

Mais avant de vérifier si le consentement est vicié ou intègre, il faut s'assurer de l'existence même d'un consentement réel et sérieux, sans lequel il n'y aurait pas de contrat. Il n'est pas encore question de la capacité à consentir¹⁴⁶¹. L'hypothèse étudiée est celle d'un contractant parfaitement capable mais dont le consentement semble insuffisamment éclairé, voire absent. Or, en présence d'un contrat informatisable déployé sur une blockchain, et plus particulièrement dans le cas des purs smart contracts, cette question présente une acuité certaine face à l'inintelligibilité du code informatique pour les non-initiés : peut-on consentir à un acte dont on ne comprend pas la signification et la portée ? L'existence même du consentement est

¹⁴⁵⁸ V. *supra*, §347 s. et spéc. §357 s.

¹⁴⁵⁹ Articles 1129 à 1144 du code civil.

¹⁴⁶⁰ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 204-205.

¹⁴⁶¹ Si l'article 1129 du code civil, placé dans le paragraphe sur l'existence du consentement, rappelle qu'il faut être sain d'esprit pour consentir valablement à un contrat, cette disposition relève davantage de la capacité à formuler un consentement valable que de l'existence même du consentement ; elle traduit le cas le plus fréquent d'absence de consentement, résultant d'une altération des facultés mentales. V. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 155. Sur l'hypothèse du contractant incapable, v. *infra*, §512.

en jeu. À défaut de consentement réel et sérieux, le contrat informatisable ne pourra être considéré comme valablement formé (1).

Si le consentement existe, un contractant pourra cependant rechercher une cause de nullité en faisant valoir que son consentement n'était pas suffisamment éclairé et intègre : c'est la théorie des vices du consentement. Le contrat informatisable ne présente pas en tant que tel de spécificités quant aux vices du consentement et le droit commun trouvera ici à s'appliquer¹⁴⁶². C'est en revanche quant au caractère éclairé du consentement que des questions peuvent se poser pour les contrats informatisables, faute de respecter les obligations d'information classiques, dont l'efficacité est d'ailleurs loin d'être démontrée (2).

1) *L'existence du consentement face à l'inintelligibilité du code informatique*

503. L'inintelligibilité et l'absence de consentement. L'intelligibilité d'un texte conditionne le consentement à son contenu. Cette évidence s'impose : si l'une des parties ne peut pas comprendre le langage utilisé dans l'*instrumentum* du contrat auquel elle s'apprête à consentir, son consentement risque d'être atteint¹⁴⁶³. S'agit-il simplement d'un vice du consentement ou d'une absence totale de consentement ? Les vices du consentement recouvrent les cas où le consentement est atteint dans sa lucidité ou sa liberté mais subsiste en partie¹⁴⁶⁴, tandis que l'absence de consentement est un véritable défaut d'accord entre les parties sur les éléments essentiels du contrat¹⁴⁶⁵. La différence tient à ce que les vices du consentement sont sanctionnés par une nullité relative, alors que l'absence de consentement conduit en principe à

¹⁴⁶² L'analyse était déjà la même pour les contrats conclus par voie électronique : A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 16 ; F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 115 ; G. BRUNAU, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, *op. cit.*, n° 406. Tous ces auteurs soulignent que le droit commun des contrats s'applique ici sans spécificité.

¹⁴⁶³ V. en ce sens, A.-M. LEROYER, « Fasc. 872 : Langue française », *op. cit.*, n° 103 ; H. GAUDEMET-TALLON, *Les conventions de Bruxelles et de Lugano*, 2^e éd., LGDJ, 1996, n° 124. L'auteur fait l'analyse d'un arrêt de la Cour de justice européenne (Soc. Elefant Schuh GmbH c. Jacquain du 24 juin 1981 (aff. 150/80)), où la Cour de justice a estimé qu'une clause attributive de compétence rédigée en allemand n'était pas nulle au seul motif que la langue utilisée n'est pas celle prescrite par la législation belge : l'auteur estime que cette formulation peut conduire à penser que « si une partie prouvait que la langue utilisée était incompréhensible pour elle, la validité de la clause serait remise en cause, motif pris de l'absence de consentement ».

¹⁴⁶⁴ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Vice du consentement » : « Nom commun donné aux diverses perturbations qui, lors de la formation de l'acte juridique, entament la lucidité ou la liberté du consentement (erreur, dol, violence), sans cependant l'abolir complètement (...) et qui constituent, comme l'incapacité d'exercice, une cause de nullité relative. ». V. F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 161 : « commettre une erreur, c'est avoir une opinion contraire à la réalité ».

¹⁴⁶⁵ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Absence de consentement » : « Défaut de consentement tenant soit, dans l'esprit de l'une au moins des parties, à l'existence, au moment de l'acte, d'un trouble mental exclusif d'une volonté éclairée, soit, entre les parties, lors de l'échange des consentements, au défaut d'entente sur les éléments essentiels du contrat, exclusif d'un accord, faits justifiant dans l'un et l'autre cas l'annulation de l'acte (...) ».

l'inexistence du contrat, faute de rencontre des volontés. L'erreur obstacle est une illustration de l'absence de consentement : elle survient lorsque les parties se méprennent sur la nature ou l'objet du contrat¹⁴⁶⁶, empêchant tout accord de volontés¹⁴⁶⁷. Dès lors, elle est logiquement sanctionnée par l'inexistence du contrat, sans besoin d'une action en nullité¹⁴⁶⁸. Toutefois, c'est souvent la nullité du contrat qui est prononcée en pratique¹⁴⁶⁹.

L'absence de consentement peut aussi être totale, notamment lorsque l'une des parties ne comprend pas le contenu du contrat. La jurisprudence a admis sans difficulté que la mauvaise maîtrise d'une langue – pour un analphabète ou un illettré – puisse causer un défaut de consentement¹⁴⁷⁰, à condition toutefois de prouver que la partie au contrat n'avait effectivement aucune compréhension de la langue employée¹⁴⁷¹. Dans tous ces cas d'inintelligibilité de l'accord en raison de l'emploi d'une langue non maîtrisée, il est alors possible de relever une absence de consentement, conduisant à l'inexistence du contrat¹⁴⁷², en pratique sanctionnée par la nullité¹⁴⁷³.

504. L'absence de consentement appliquée au pur smart contract. L'hypothèse est la suivante : la partie non rédactrice et non initiée au code informatique donne son accord à un pur smart contract sans pouvoir vérifier que ce qui y est programmé est conforme à ce qui est

¹⁴⁶⁶ J. GHESTIN, G. LOISEAU et Y.-M. SERINET, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. 1 : Le contrat - Le consentement*, *op. cit.*, n° 1212, définissant l'erreur obstacle comme un quiproquo qui empêche l'existence même du consentement. V. aussi F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 275 s. L'erreur peut porter aussi bien sur la nature du contrat que sur la désignation de l'objet.

¹⁴⁶⁷ V. en sens, F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 161. V. également, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 517 : l'erreur obstacle « se définit comme un malentendu fondamental entre les parties sur l'objet même ou sur la nature du contrat ».

¹⁴⁶⁸ V. en ce sens, A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 93 ; M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 518.

¹⁴⁶⁹ *Id.*

¹⁴⁷⁰ V. ainsi, 1^{er} civ., 25 sept. 2013, n° 12-23.197 et surtout 1^{er} civ., 2 oct. 2013, n° 12-21.246, note T. GENICON, « Variations sur la signature : le mourant et l'illettré », *Revue des contrats*, n° 01, 1^{er} mars 2014, p. 10. Pour un salarié ne sachant pas lire le français et n'ayant pas compris la signification et la portée de la transaction qu'il avait signée, v. Soc. 14 janv. 1997, n° 95-40.287 ; pour une clause attributive de juridiction, dont la rédaction en langue allemande et inconnue de l'acheteur permettait d'en déduire le vendeur n'avait pas recueilli le consentement de l'acheteur, CA Grenoble, 23 oct. 1996 : *Rev. crit. DIP* 1997, p. 756, obs. A. Sinay Cytermann. Plus généralement, certains auteurs rappellent que le contrat conclu par un illettré peut être annulé : P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 301 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 155. Certains y voient une erreur obstacle sur le contenu du contrat (A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 93), le résultat étant le même : l'absence de consentement, et donc de formation du contrat.

¹⁴⁷¹ Soc., 23 nov. 2011, n° 10-11.277 : « la cour d'appel a retenu, par motifs propres et adoptés, qu'il n'était pas établi que le salarié, qui avait disposé d'un long délai pour prendre conseil avant de signer l'acte et éprouvait certes des difficultés pour écrire le français, ait été pour autant totalement illettré et dépourvu de compréhension de cette langue ; qu'elle en a déduit que son consentement à la transaction n'avait ni fait défaut ni été vicié ».

¹⁴⁷² Sur l'inexistence et le lien avec la nullité, v. *infra*, §533.

¹⁴⁷³ V. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 204 : « la jurisprudence annule des contrats conclus par des personnes tout à fait saines d'esprit mais qui n'ont pas saisi la portée de leur engagement : ainsi, par exemple, des décisions bien établies qui invalident des contrats conclus par des personnes analphabètes et comprenant mal le français ou bien des clauses qui, par leurs modalités de rédaction, ne peuvent être correctement saisies ».

annoncé. De plus, dans cette hypothèse, il n'y a pas eu au préalable de négociations ou autres communications en langage naturel¹⁴⁷⁴. La situation est donc celle d'un contractant qui a consenti à un contrat dont il ne comprenait pas le contenu : l'inintelligibilité vient troubler la réalité et la qualité du consentement du contractant non initié au code informatique. Il est nécessaire de déterminer si ce consentement est valable au regard du droit applicable ou si l'utilisation du code informatique est un obstacle à la rencontre même des volontés.

Cette hypothèse fait écho à celle d'un illettré ou d'un contractant face à un contrat rédigé dans une langue qui n'est pas la sienne ; le code informatique peut en effet être assimilé à une langue étrangère et les profanes à des illettrés¹⁴⁷⁵, ce qui est fréquent à l'ère du numérique¹⁴⁷⁶. Le contractant ne maîtrisant pas le code informatique pourra alors tenter de faire reconnaître l'absence de consentement afin d'obtenir la nullité du contrat informatisable. L'absence de consentement invoquée devra être prouvée, par tous moyens¹⁴⁷⁷, par le contractant qui l'invoque – ce qui reviendra à prouver son absence de maîtrise du langage informatique. Son cocontractant pourra répondre en prouvant que des éléments de compréhension suffisants avaient été apportés à la connaissance du soi-disant illettré. Il reviendra enfin aux juges du fond d'apprécier la valeur probante des éléments de preuve et de déterminer si un consentement a été donné ou si l'inintelligibilité est telle pour la partie qui l'invoque que l'absence de consentement peut être retenue et conduire à anéantir le contrat. Toutefois, un tel contentieux apparaît hautement improbable, les parties au pur smart contract n'étant pas identifiables du fait de leur pseudonymat¹⁴⁷⁸. En tout état de cause, cette hypothèse relève du cas d'école car le plus souvent, des personnes non initiées au code informatique contracteront grâce à l'intermédiation d'une plateforme, qui proposera alors des contrats hybrides.

505. L'absence de consentement appliquée au contrat hybride. Il sera difficile de prouver une absence totale de consentement lorsque le contrat informatisable comprend une partie en langage naturel, et donc intelligible, qu'il ait été négocié ou non. Toutefois, le cas

¹⁴⁷⁴ Pour une analyse similaire suivant la même hypothèse, v. LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.8.

¹⁴⁷⁵ V. sur le sujet, A. GARAPON et J. LASSEGUE, *Justice digitale*, *op. cit.*, p. 37 et *supra*, §237. Le rapport britannique sur les « *smart legal contracts* » mène une analyse comparable à la nôtre, appliquée aux purs smart contracts, estimant que des parties peuvent conclure un accord uniquement par interaction avec un smart contract, s'ils sont « *code-literate* », c'est-à-dire sachant lire et écrire le code informatique (LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.8-3.11).

¹⁴⁷⁶ Sur l'inintelligibilité contemporaine qui peut se présenter dans de nombreuses situations, v. l'analyse de M. Genicon : « de l'ignorance linguistique à l'ignorance technique, il n'y a qu'un pas qui peut être aisément franchi puisque le résultat est le même, à savoir celui d'une incompréhension : profane qui ne perçoit pas la subtilité d'un montage juridique complexe ; (...) ; acheteur à distance qui maîtrise mal l'outil informatique et les modes d'expression de l'Internet (...) etc. » (T. GENICON, « Variations sur la signature : le mourant et l'illettré », *op. cit.*).

¹⁴⁷⁷ A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 16 : la preuve de l'expression du consentement étant la preuve d'un fait, elle peut être rapportée par tous moyens.

¹⁴⁷⁸ Sur cette question, v. *infra*, §679-680.

d'une inintelligibilité reste envisageable, notamment si la couche rédigée en langage naturel est trop succincte.

Il est toujours possible pour une partie profane d'invoquer une erreur obstacle : elle croyait s'engager pour tant dans telle cryptomonnaie ou telle obligation, mais en raison de l'inintelligibilité partielle du code informatique, elle n'a pas compris qu'elle consentait à davantage, dans une autre cryptomonnaie, ou à d'autres obligations. Mais en pratique, si l'absence d'intelligibilité du code informatique est aisée à démontrer, la question de la preuve de la dissociation entre la croyance de l'*errans* et la réalité du smart contract ne sera pas facile à apporter. Sans doute faudra-t-il que le contractant illettré informatiquement démontre qu'il a signé le smart contract en se fondant sur une proposition de contracter en ligne, dont les termes diffèrent du smart contract effectivement proposé par la partie pollicitante. La difficulté de la preuve pourrait être un obstacle de taille en la matière, empêchant d'obtenir la nullité. Tout reposera ici sur l'appréciation par le juge des éléments de preuve portés à son appréciation.

L'absence de consentement portant sur une partie seulement de l'accord pourrait également être invoquée en cas de contentieux. Le juge pourrait alors invalider seulement les clauses inintelligibles du contrat informatisable... à l'image de la sanction retenue par la jurisprudence à l'égard des clauses écrites de façon illisible¹⁴⁷⁹. La sanction serait d'une efficacité redoutable et aurait un effet pédagogique puissant sur les parties rédactrices de ces contrats, en les poussant à insérer des clauses en langage naturel pour expliquer les actions prévues par le code informatique et éviter toute incompréhension.

Une évolution possible pour parer l'absence de consentement serait de recourir à des outils de traduction des smart contracts, autorisant l'intelligibilité par un profane. Un auteur propose ainsi de recourir à l'intelligence artificielle pour des traductions du code vers le langage naturel et inversement, afin d'aider notamment les consommateurs¹⁴⁸⁰. Ces traductions pourraient résulter d'initiatives collectives, à l'image des efforts poursuivis pour donner aux internautes un résumé fiable des conditions générales de vente ou d'utilisation¹⁴⁸¹. Il faudra

¹⁴⁷⁹ V. en ce sens, T. GENICON, « Variations sur la signature : le mourant et l'illettré », *op. cit.* : « (...) le mécanisme d'invalidation pour consentement non sérieux pourrait trouver une large application une fois cantonnée à une partie de l'accord, afin d'invalider un aspect de l'acte ou simplement l'une de ses clauses. C'est ici, du reste, que le lien doit être fait, pour finir, avec une jurisprudence bien connue et déjà ancienne qui refuse d'appliquer les stipulations insuffisamment lisibles ou compréhensibles parce que leur graphisme ou leur présentation ne permettent pas de garantir qu'elles ont été acceptées en pleine connaissance de cause ».

¹⁴⁸⁰ T. SCHREPPPEL, *Smart contracts and the digital single market through the lens of a "law + technology" approach.*, *op. cit.*, p. 51-53.

¹⁴⁸¹ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 273. L'auteur évoque l'idée de « confier à un tiers indépendant le soin de rédiger un résumé des conditions générales. Il peut s'agir d'une association à but non lucratif : c'est le cas dans le projet anglophone « *Terms of Service ; Didn't Read* » », ce tiers attribuant ensuite aux notes aux conditions générales les plus courantes, selon le danger qu'elles représentent pour les consommateurs. Comment y recourir ? « Les concepteurs proposent aux internautes d'installer un module additionnel pour leur navigateur, qui leur permettra, le moment venu, d'accéder facilement à cette couche d'information en surimpression des conditions générales classiques. Il est clair, ici, que le résumé n'engage en rien le professionnel, dans la mesure où il est rédigé par un tiers. »

toutefois prendre garde à la valeur accordée à cette traduction, qui ne saurait avoir de valeur juridique contraignante. Seul le recours à un expert permettra au juge de déterminer si une telle traduction, opposée lors d'un litige à la partie alléguant une incompréhensibilité du code informatique, était susceptible de renseigner suffisamment ce contractant pour empêcher l'absence de consentement et permettre une véritable rencontre des volontés¹⁴⁸².

506. Emploi de la langue française et intelligibilité du contrat. La question pourrait se poser enfin du point de vue de l'utilisation d'une langue étrangère, et précisément ici, d'un langage informatique, et de son incidence sur la validité du contrat, puisqu'elle affecte la compréhension du contrat par le contractant non rédacteur.

En droit de la consommation, la solution est claire et dépasse la validité du seul consentement : le contrat proposé par voie électronique à un consommateur doit être rédigé en français, au risque d'être annulé pour violation de l'exigence de l'emploi de la langue française sur le fondement de l'article 2 de la loi du 4 août 1994, ensemble l'article L.211-1 du code de la consommation et 1127-1 du code civil¹⁴⁸³. Or, en pratique, le contenu du site adressé à des consommateurs sera le plus souvent rédigé dans la langue du pays vers lequel il est dirigé, réduisant ainsi les hypothèses où la nullité pourrait être demandée¹⁴⁸⁴.

Par ailleurs, en droit commun des contrats, l'exigence d'emploi de la langue française ne s'impose pas¹⁴⁸⁵ et ce moyen ne pourra pas être opposé par le contractant dont le contrat n'est pas concerné par l'obligation d'utiliser la langue française. Il faut au surplus préciser que

¹⁴⁸² L'expert pourra en effet traduire le code du smart contract et donner au juge la clé nécessaire pour établir la concordance ou la discordance entre la croyance de la partie illettrée et la réalité contractuelle, le cas échéant. Sur le rôle de l'expert pour éclairer le juge, v. *infra*, §608.

¹⁴⁸³ L'article 2 de la loi du 4 août 1994 dite « Loi Toubon » énonce que « Dans la désignation, l'offre, la présentation, le mode d'emploi ou d'utilisation, la description de l'étendue et des conditions de garantie d'un bien, d'un produit ou d'un service, ainsi que dans les factures et quittances, l'emploi de la langue française est obligatoire. » De plus, selon l'article L.211-1, alinéa 1, du code de la consommation, « Les clauses des contrats proposés par les professionnels aux consommateurs doivent être présentées et rédigées de façon claire et compréhensible ». Enfin, selon l'article 1127-1 du code civil, l'offre de contrat du commerce électronique doit indiquer « Les langues proposées pour la conclusion du contrat au nombre desquelles doit figurer la langue française » (alinéa 3, 3°). La combinaison de ces textes et du décret d'application de la loi Toubon permet de limiter le champ d'application de l'obligation d'utiliser la langue française aux échanges commerciaux ayant lieu sur le territoire français, à destination de consommateurs – dont la protection est l'objectif poursuivi par cette loi. V. sur le sujet, F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n^{os} 193-194.

¹⁴⁸⁴ G. BUSSEUIL, « La phase précontractuelle - La formation du contrat électronique », in *L'acquis communautaire : le contrat électronique*, J. Rochfeld (dir.), Economica, 2010, p. 120-122. Le risque subsiste cependant si les conditions générales sont rédigées dans une seule langue.

¹⁴⁸⁵ À part pour certains domaines visés par la loi Toubon (loi n^o 94-665 du 4 août 1994 relative à l'emploi de la langue française) où l'emploi de la langue française est obligatoire, la règle est la liberté du choix de langue dans les autres domaines. C'est l'article 2 de la loi Toubon qui fixe le champ d'application de l'obligation d'emploi de la langue française : « Dans la désignation, l'offre, la présentation, le mode d'emploi ou d'utilisation, la description de l'étendue et des conditions de garantie d'un bien, d'un produit ou d'un service, ainsi que dans les factures et quittances, l'emploi de la langue française est obligatoire. » V. sur le sujet, G. CORNU, *Linguistique juridique*, *op. cit.*, p. 425-430 ; A.-M. LEROYER, « Fasc. 872 : Langue française », *op. cit.* ; J.-M. MOUSSERON et P. MOUSSERON, « La langue du contrat », *op. cit.*

la règle est écartée dans les contrats internationaux¹⁴⁸⁶, ce qui sera bien souvent le cas sur la blockchain et surtout en l'absence d'identification des parties.

Si la rédaction du contrat informatisable en code informatique ne risque donc pas souvent d'entraîner la nullité (ou l'inexistence) du contrat pour absence de consentement, le caractère éclairé du consentement peut davantage être mis en question.

2) *Le caractère éclairé du consentement en question*

507. Le consentement éclairé à l'ère numérique. Le consentement au contrat doit être éclairé, afin d'éviter des erreurs sur certains éléments du contrat, qui seraient dus à une incompréhension – dont on a vu que le langage informatique était le plus souvent la source. Or, à l'ère des contrats conclus quotidiennement en ligne, presque machinalement, le consentement semble perdre de son « épaisseur »¹⁴⁸⁷ et se fondre, par l'immédiateté de sa conclusion, avec la recherche du résultat escompté. Malgré le double-clic imposé, le contractant internaute a peu conscience de l'engagement qu'il prend¹⁴⁸⁸, se désintéressant tout à fait du contenu du contrat qu'il signe, le plus souvent¹⁴⁸⁹. Cette thématique d'un consentement édulcoré à l'ère numérique renforce le constat déjà mené au sujet du contrat d'adhésion, où le contractant faible ne fait qu'adhérer au contrat, son consentement étant pourtant considéré comme égal à celui de la partie forte et permettant de former le contrat¹⁴⁹⁰.

508. Le renforcement des obligations d'information. C'est pour contrer cette tendance et renforcer la protection du consentement qu'un mouvement récent a inscrit progressivement

¹⁴⁸⁶ A.-M. LEROYER, « Fasc. 872 : Langue française », *op. cit.*, n° 97 s. : contrairement à ce qu'avancait une partie de la doctrine, la loi Toubon n'est pas une loi de police selon la jurisprudence. La Cour de cassation a jugé que « dans les contrats internationaux de droit privé, les parties choisissent librement la langue dans laquelle elles établissent leurs accords » (Com., 11 mars 1997, n° 95-13.926, *Bull. civ.* IV, n° 66), même si le contrat est conclu avec un consommateur français – exception faite des contrats de travail et d'assurance (n° 100-101).

¹⁴⁸⁷ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n°s 272-273.

¹⁴⁸⁸ J. ROCHFELD, « Le temps et les formes aplatis de l'univers électronique », 2005, *op. cit.* : la navigation sur internet a pour effet d'aplatir le temps, ce qui peut être néfaste pour le contractant. En effet, puisque conclusion et exécution du contrat arrivent presque dans le même temps, ce cadre est « peu propice à la réflexion de chacun sur la portée de ses engagements ». L'auteur en conclut qu'avec la règle du double clic, les facultés de rétractation et de réflexion se trouvent en réalité contractées dans une unique phase. V. aussi, P.-Y. GAUTIER, « L'équivalence entre supports électronique et papier, au regard du contrat », *op. cit.*, n° 7, observant que le double clic ne suffit pas en pratique pour la maturation du consentement. Mais v. *contra*, P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 412.35, estimant que « la formation du contrat électronique, si elle peut être quasiment instantanée, implique en réalité une série d'opérations, de gestes électroniques, qui garantissent assez largement la réalité du consentement ».

¹⁴⁸⁹ Sur l'accord des volontés à l'ère numérique et la réalité du consentement en ligne, v. *supra*, §351 s.

¹⁴⁹⁰ Sur ce point, v. *supra*, §349.

dans les droits spéciaux¹⁴⁹¹ puis dans le droit commun¹⁴⁹², des obligations d'information à la charge de certaines parties afin de « densifier le consentement »¹⁴⁹³ et de redonner aux contractants faibles et peu avertis un certain pouvoir en recevant l'information nécessaire pour la conclusion du contrat envisagé. Le but est effectivement de donner au contractant consommateur toutes les informations nécessaires sur le contrat qu'il envisage de conclure, à commencer par l'identification de son cocontractant professionnel et les détails de l'offre, ainsi que la possibilité de se rétracter, grâce à une obligation précontractuelle d'information générale figurant désormais au premier article du code de la consommation¹⁴⁹⁴.

Les obligations d'information se multiplient progressivement, notamment pour le contrat conclu en ligne en droit de la consommation, en incluant également un formalisme informatif toujours plus important¹⁴⁹⁵. Pourtant, ces dispositions ne connaissent aucune sanction civile ou presque¹⁴⁹⁶, ce qui atténue nettement leur portée – bien que la responsabilité délictuelle puisse toujours être recherchée, si un préjudice et un lien de causalité avec le manquement à l'obligation d'information peuvent être démontrés¹⁴⁹⁷.

509. Application aux contrats informatibles. Comment appliquer ces dispositions aux contrats informatibles ? Si le contrat informatible est un contrat hybride, il sera plus simple d'insérer les mentions obligatoires et surtout d'informer en amont le consommateur *via* la plateforme ou l'interface utilisée pour mener à la conclusion du contrat informatible. Ici,

¹⁴⁹¹ En particulier en droit de la consommation, avec notamment l'article L. 111-1 du code de la consommation. V. *supra*, §463 et sur le sujet, N. MATHEY, « Fasc. 100 : Forme des contrats », *op. cit.*, n° 39 s. ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 207.

¹⁴⁹² La réforme du droit des contrats a introduit en 2016 un devoir général d'information à l'article 1112-1 du code civil. Pour une étude de ce devoir, qui est davantage une obligation, v. M. FABRE-MAGNAN, « Le devoir d'information dans les contrats : essai de tableau général après la réforme », *JCP G*, n° 25, 20 juin 2016, p. 706 ; v. également, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, p. 331 s. ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 102 s.

¹⁴⁹³ E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé*, *op. cit.*, n° 273.

¹⁴⁹⁴ Article L. 111-1 du code de la consommation : « Avant que le consommateur ne soit lié par un contrat à titre onéreux, le professionnel communique au consommateur, de manière lisible et compréhensible, les informations suivantes (...) » ; v. aussi généralement, sur l'information précontractuelle du professionnel envers le consommateur, G. BRUNAU, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, 2010, *op. cit.*, n°s 577-592.

¹⁴⁹⁵ V. not. l'article L. 221-5 du code de la consommation ; et sur le sujet, *supra*, §463.

¹⁴⁹⁶ G. BRUNAU, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, *op. cit.*, n° 591. V. aussi, G. BUSSEUIL, « La phase précontractuelle - La formation du contrat électronique », *op. cit.*, n° 3.46, soulignant « le défaut de sanction systématique du manquement des professionnels au formalisme informatif » et rappelant que seules des sanctions pénales ont été édictées dans le code de la consommation. Or, sur le plan civil, si une nullité relative pour vice de forme pourrait être invoquée selon cet auteur, d'autres rappellent que cette nullité pourrait être couverte par une exécution volontaire en connaissance de cause mais aussi que « les tribunaux saisis d'une action en nullité hésitent souvent à anéantir *a posteriori* un contrat pour une simple irrégularité matérielle », recherchant davantage à appliquer un « formalisme raisonné » (A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 126) : sans doute en serait-il de même s'agissant de l'obligation d'information. V. généralement, S. BERNHEIM-DESVAUX, « Plaidoyer en faveur d'un renforcement des sanctions civiles en droit de la consommation - Partie 2 : Analyse prospective des sanctions civiles », *op. cit.*

¹⁴⁹⁷ Pour le droit de la consommation, v. G. BRUNAU, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, *op. cit.*, n° 591 et pour le devoir général d'information en droit commun des contrats, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 337, soulignant que la nullité pour vice de consentement pourrait aussi être recherchée si les conditions en sont remplies.

l'obligation précontractuelle d'information ne présente pas de spécificité par rapport aux autres contrats conclus en ligne. Si le contrat résulte d'un pur smart contract, il est très improbable que les parties échangent des informations précontractuelles. L'enjeu n'est en réalité pas décisif car il s'agira très rarement de relations entre un professionnel et consommateur, lesquelles auront recours à des modes plus classiques de conclusion du contrat permettant de respecter ce devoir d'information précontractuel.

Mais la vérification d'identité n'étant le plus souvent pas possible et en l'absence de sanctions édictées par les textes, le manquement éventuel aux obligations précontractuelles d'information n'aura en réalité presque aucune incidence... si ce n'est le manque de protection qui en résulte. On ne peut toutefois que recommander que des bonnes pratiques se développent et que les plateformes de smart contracts fournissent spontanément les informations nécessaires à la conclusion éclairée du smart contract.

510. Proposition pour une amélioration du consentement en ligne, appliquée aux contrats informatibles. En ligne, le consentement du contractant n'est pas vraiment protégé, en dépit d'efforts du législateur qui restent essentiellement cantonnés au terrain consumériste. Alors même que les contrats conclus en ligne sont souvent peu intelligibles et très rarement lus, les obligations d'information peinent en réalité à véritablement informer le contractant sur les engagements qu'il s'apprête à prendre¹⁴⁹⁸. Le désintérêt du contractant pour le contenu du contrat est de plus en plus prégnant¹⁴⁹⁹. En réalité, personne ne souhaite lire les conditions générales, les petites mentions obligatoires ; chacun souhaite directement conclure son contrat, sans se préoccuper de son contenu précis¹⁵⁰⁰.

La thématique du consentement en ligne mérite d'être substantiellement améliorée pour assurer un consentement réel et sérieux, et suffisamment éclairé, des contractants en ligne, avec une information très simplifiée¹⁵⁰¹. Il faudrait changer en profondeur la façon de transmettre les informations précontractuelles, par exemple en imposant au contractant adhérent au contrat de cocher une case pour chacun des points essentiels du contrat, afin de

¹⁴⁹⁸ V. *supra*, §463 et aussi, A. LEPAGE, « Les paradoxes du formalisme informatif », *op. cit.*

¹⁴⁹⁹ M. Netter note également une aggravation dans le désintérêt pour le contenu du contrat à l'ère numérique et propose comme solution de densifier le consentement, en « redonnant de l'épaisseur à l'acceptation », qui devrait selon lui « être précédée d'une prise de connaissance des conditions générales qui soit d'une durée raisonnable, et cependant véritablement éclairante. » (E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé, op. cit.*, n° 272). Soulignant également ce désintérêt pour le contenu du contrat et constant la faible intensité de la volonté du contractant adhérent internaute, v. S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle, op. cit.*, n° 407 ; P. STOFFEL-MUNCK, « Le contenu du contrat. La révolution des clauses abusives », *op. cit.*, p. 168-169. Sur le sujet, v. *supra*, §355-356.

¹⁵⁰⁰ V. en ce sens, P. STOFFEL-MUNCK, « Le contenu du contrat. La révolution des clauses abusives », *op. cit.*, p. 168-169 : « (...) le recours aux CGV et aux CGA est fondé sur ce besoin de pouvoir contracter sans discuter d'autre chose que de l'essentiel au plan pratique, c'est-à-dire du prix, de la chose et du service et des délais ».

¹⁵⁰¹ V. dans le même sens, E. NETTER, *Numérique et grandes notions de droit privé, op. cit.*, n° 272.

s'assurer qu'il a bien compris la portée du contrat qu'il s'engage à signer¹⁵⁰² – et non simplement la case « j'ai lu et j'accepte les conditions générales »¹⁵⁰³.

Appliquée aux contrats informatisables, une telle solution permettrait de s'assurer de la compréhension du contrat au fur et à mesure de sa lecture dans une version traduite en langage naturel¹⁵⁰⁴. Ainsi, le consentement au contrat informatisable pourrait être progressivement mieux protégé et éclairé, comme pour les contrats conclus en ligne de manière générale. Il est ainsi formulé la proposition suivante :

Dans les contrats informatisables d'adhésion, un mode raffermi d'expression de la volonté doit être adopté afin d'assurer l'existence du consentement réel et sérieux de l'adhérent. Il est exigé, à la charge de celui qui propose le contrat, de vérifier, par un procédé simple et accessible, la bonne compréhension par l'adhérent des différents droits et obligations, conformément aux modalités prévues par décret en Conseil d'État.

Ce procédé pourrait prendre la forme d'une liste de cases à cocher, suivant un modèle de questions – réponses à choix multiples.

Il faut désormais vérifier si les autres conditions de validité du contrat informatisable, touchant à la personne du contractant, présentent davantage de spécificités.

B. La personne du contractant

511. Double enjeu tenant au pseudonymat et à la conclusion du contrat informatisable par un agent contractuel informatisé. L'article 1128 du code civil dispose que la capacité des parties à contracter est nécessaire à la validité du contrat. En cas

¹⁵⁰² Il faut noter que le code civil italien prévoit un mécanisme qui se rapproche de cette proposition, à son article 1341, exigeant « un consentement spécifique pour neuf catégories de clauses jugées particulièrement sévères (clause résolutoire, clause de suspension de l'exécution, clauses limitatives de responsabilité, clauses de déchéance, clauses qui limitent le droit de soulever des objections ou de contracter avec autrui, clauses de tacite reconduction, clauses compromissaires ou attributives de juridiction) » (P. STOFFEL-MUNCK, « Le contenu du contrat. La révolution des clauses abusives », *op. cit.*, p. 169).

¹⁵⁰³ Dont on a vu la vacuité et l'inutilité presque totale, *supra*, §353 et §355.

¹⁵⁰⁴ La responsabilité du débiteur de l'obligation d'information pourrait alors être engagée en cas de distorsion entre le code informatique du contrat informatisable et l'explication fournie, en ayant ainsi provoqué une erreur chez son cocontractant, sur le fondement de l'article 1112-1 du code civil. Il faudrait prouver que cette information était déterminante, et que le cocontractant était en mesure de transmettre une telle information. Cela ne nous semble possible que si le prétendu créancier de l'obligation d'information a effectivement rédigé lui-même le contrat informatisable, et non si un modèle est utilisé, car dans ce cas, les parties utilisant le modèle de smart contract ou de contrat hybride détiennent les mêmes informations. En revanche, sur la question distincte de l'erreur de programmation ou de traduction, traitée au stade de l'exécution, v. *infra*, §657 s.

d'incapacité, la personne est par définition privée de sa capacité à consentir et ne peut pas émettre de consentement valable. Il est donc nécessaire de vérifier que le contractant était bien doté de sa capacité à contracter au moment où il a signé cryptographiquement le smart contract. Or, un obstacle de taille peut empêcher cette vérification lorsque le contrat informatisable est formé sur une blockchain publique : le pseudonymat des parties. Il faut donc explorer la condition classique de validité liée à la capacité des contractants et ses enjeux, lorsque les parties contractent sous pseudonyme (1).

De plus, derrière la condition de la capacité se cache une autre question, celle de la représentation, et donc du pouvoir de contracter. Les deux sujets sont d'ailleurs traités à la suite dans le code civil depuis la réforme de 2016-2018, aux articles 1145 à 1152 (capacité) et 1153 à 1161 (représentation). En effet, il est de plus en plus fréquent que le consentement du contractant n'émane pas de la partie elle-même, mais qu'il soit donné par un représentant. Il est indispensable de fixer clairement les pouvoirs du représentant pour engager le représenté et les cas où le représentant s'engage lui-même. Or, une spécificité des smart contracts et du monde techno-contractuel interpelle plus largement : il s'agit des agents contractuels informatisés¹⁵⁰⁵, qui peuvent être utilisés comme vecteur de conclusion du contrat. Ces « *smart agents* » sont-ils des représentants au sens du code civil, dotés du pouvoir d'engager la personne représentée ? C'est la question qui sera abordée dans un second temps (2).

1) Capacité et pseudonymat

512. Le contrat conclu par un incapable en droit positif. « Toute personne physique peut contracter sauf en cas d'incapacité prévue par la loi », dispose l'article 1145 du code civil : le principe est donc celui de la capacité, l'exception l'incapacité. Parmi les catégories légales d'incapacité¹⁵⁰⁶, l'incapacité d'exercice prive le titulaire de droits de la possibilité de les exercer seul et peut reposer soit sur l'âge du contractant, mineur, soit sur une mesure de protection, soit encore sur une insanité d'esprit temporaire ou durable¹⁵⁰⁷. Cette incapacité empêche à certaines conditions la conclusion de contrats.

¹⁵⁰⁵ V. *supra*, §161 s.

¹⁵⁰⁶ Sur la différence entre l'incapacité d'exercice et de jouissance en droit des contrats, et des exemples, v. par ex. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n^{os} 151-153. On rappellera simplement que l'incapacité de jouissance, très limitée, prive certaines personnes de certains droits : par exemple, une personne mariée ne peut pas conclure de PACS, un médecin ou autre professionnel de santé ne peut pas recevoir de dons de la personne soignée, un tuteur ne peut pas acquérir de biens de son pupille.

¹⁵⁰⁷ Tel que prévu à l'article 1129 du code civil : « Conformément à l'article 414-1, il faut être sain d'esprit pour consentir valablement à un contrat. ». L'insanité temporaire peut reposer sur une consommation de drogue ou d'alcool, sur une crise de démence, etc., tandis que l'altération des facultés mentales peut être durable, sans que la personne n'ait encore été placée sous une mesure de protection : *Ibid.*, n^o 155.

En pratique, en matière de contrats conclus en ligne par voie électronique, la capacité n'est pas facile à vérifier et les mineurs concluent pourtant de très nombreux contrats en ligne¹⁵⁰⁸... mais le contentieux lié à l'incapacité d'un contractant est presque inexistant¹⁵⁰⁹. Prenant acte du fait qu'en pratique, de très nombreux contrats sont conclus par des incapables sans pour autant leur nuire, les dispositions issues de la réforme de 2016 ont atténué la sanction et les cas où elle peut être invoquée. Ainsi, la sanction de l'incapacité est la nullité relative : seul l'incapable pourra s'en prévaloir¹⁵¹⁰. De plus, la condition de capacité est levée pour les actes de la vie courante conclus à des conditions normales, qu'un mineur ou autre incapable pourra passer seul : la nullité pourra ici être obtenue seulement si l'acte est lésionnaire¹⁵¹¹. Enfin, le cocontractant de l'incapable peut opposer à celui-ci divers moyens de défense. Ainsi en est-il de la démonstration que l'acte a été utile à l'incapable, ou, s'il était lésionnaire, qu'il lui a été profitable, ou encore qu'il a été confirmé par le contractant devenu ou redevenu capable¹⁵¹². Il faut noter que l'article 1149 du code civil, en son alinéa 2¹⁵¹³, dénie toute valeur juridique à la simple déclaration de majorité faite par le mineur : cette disposition issue de la réforme de 2016 indique clairement la prise en compte des contrats conclus en ligne par les mineurs, qui cochent la case affirmant qu'ils sont majeurs. Ici, le code civil a pris en compte la légèreté et l'insouciance du contractant internaute, pour éviter qu'un simple clic ne puisse lui être préjudiciable.

Ces règles permettent de consolider la validité des actes courants conclus par des incapables, tout en protégeant le mineur en cas de simple lésion ou d'actes sortant de l'ordinaire. L'équilibre est assez justement trouvé. En définitive, la nullité sera rarement invoquée par le contractant incapable. Toutefois, le risque d'une annulation de l'acte n'est pas inexistant et représente une certaine insécurité juridique pour le cocontractant capable.

¹⁵⁰⁸ A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 16 : « en fait, elle peut sembler plus difficile à vérifier : un incapable peut sans doute plus aisément conclure une convention par minitel ou internet sans que son cocontractant n'ait un doute quant à sa réelle capacité ».

¹⁵⁰⁹ P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 412.41 : au sujet du mineur concluant un contrat en ligne, l'auteur estime que le risque d'annulation « semble plus théorique que pratique, en ce sens qu'il ne semble pas donner lieu à du contentieux ».

¹⁵¹⁰ Article 1147 du code civil : « L'incapacité de contracter est une cause de nullité relative ».

¹⁵¹¹ Article 1148 du code civil : « Toute personne incapable de contracter peut néanmoins accomplir seule les actes courants autorisés par la loi ou l'usage, pourvu qu'ils soient conclus à des conditions normales ».

Article 1149, alinéa 1, du code civil : « Les actes courants accomplis par le mineur peuvent être annulés pour simple lésion. Toutefois, la nullité n'est pas encourue lorsque la lésion résulte d'un événement imprévisible. »

¹⁵¹² Article 1151 du code civil : « Le contractant capable peut faire obstacle à l'action en nullité engagée contre lui en établissant que l'acte était utile à la personne protégée et exempt de lésion ou qu'il a profité à celle-ci.

Il peut aussi opposer à l'action en nullité la confirmation de l'acte par son cocontractant devenu ou redevenu capable ».

¹⁵¹³ Article 1149, alinéa 2, du code civil : « La simple déclaration de majorité faite par le mineur ne fait pas obstacle à l'annulation. »

513. Pseudonymat et incapacité. Cette incertitude est accentuée par le pseudonymat caractéristique des smart contracts sur une blockchain publique, qui fait obstacle à toute identification directe des parties. Si l'identification des parties n'est certes pas une condition de validité des contrats, elle conditionne néanmoins la vérification de la capacité. On mesure combien elle s'avère difficile en matière de contrats conclus en ligne¹⁵¹⁴ et pourtant, seul le droit des contrats trouve à s'appliquer faute de disposition spéciale¹⁵¹⁵.

Parmi les contrats informatisables, seuls les purs smart contracts seront couverts d'un véritable pseudonymat. En effet, le plus souvent les contrats hybrides permettront l'identification des parties au contrat, évacuant le problème de l'incapacité cachée d'un contractant¹⁵¹⁶. Dès que l'identité des parties est révélée en effet, le contrat informatisable ne présente pas de particularité quant à la capacité des contractants par rapport aux contrats passés en dehors de la blockchain.

Pour tous les contrats informatisables dans lesquels les parties auraient choisi de ne pas révéler leur identité, la vérification de la capacité est impossible, sauf à réussir à obtenir la levée du pseudonymat¹⁵¹⁷. Ce sera le cas de tous les purs smart contracts utilisés pour des paris ou des loteries en ligne, ou de façon plus engageante, des contrats de prêt ou autres outils de finance décentralisée (*DeFi*) en fort développement et qui ne sont pas toujours accompagnés de conditions générales ou autre document de nature juridique¹⁵¹⁸. Or, la conclusion d'un contrat informatisable présente des dangers pour le mineur, accentués par l'exécution automatique du contrat. Et le cocontractant capable se trouve face à un risque incertain de nullité du contrat conclu.

514. Enjeu juridique et mise en perspective pratique. L'impossibilité de vérifier une condition de validité n'est pas en tant que telle synonyme de nullité : la plupart des contrats informatisables seront valables, même si les parties ne sont pas identifiées, puisque le principe est celui de la capacité des personnes, et l'incapacité l'exception. Il faut qu'un contentieux

¹⁵¹⁴ Le client s'identifie, mais seulement de façon déclaratoire. À moins, bien sûr, de recourir à un tiers certificateur... ce qui est particulièrement improbable dans le commerce électronique du quotidien.

¹⁵¹⁵ V. sur le sujet, G. BRUNAU, *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, *op. cit.*, n^{os} 433-434 et dans le même sens, P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n^o 412.41 : « aucun texte n'a réglé la question de l'incapable, en particulier du mineur, concluant un contrat « en ligne » » ; v. aussi, A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 16, qui relève qu'il n'y a pas de particularités conceptuelles quant à la capacité et aux vices du consentement, même s'il y a des difficultés pratiques d'efficacité des règles.

¹⁵¹⁶ De manière générale, les contrats hybrides sont plus adaptés et recommandés que les purs smart contracts pour une utilisation commerciale. V. *supra*, §324 et §334, et LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n^o 3.21-3.25 : souvent, des obligations de vérification d'identité (procédure *Know Your Customer* pour les exigences liées à la lutte contre le blanchiment d'argent et le financement du terrorisme) imposeront de recourir à des procédures excluant le pseudonymat.

¹⁵¹⁷ Sur ce point, v. *supra*, §187-188.

¹⁵¹⁸ V. *supra*, §322, même si l'absence d'encadrement juridique de ces opérations est diminution (v. *supra*, §361).

naissance et que le contractant incapable invoque sa propre incapacité aux fins d'anéantissement du contrat informatisable. Si le risque est certes très faible, il existe. Or, lors du contentieux, l'incapable révélera lui-même son identité pour prouver son incapacité lors de la conclusion du contrat s'il souhaite en demander la nullité, conformément à l'article 1147 du code civil. Finalement, c'est surtout le pseudonymat du cocontractant capable qui sera un obstacle à l'action en nullité relative de l'incapable, puisque, à défaut de connaître l'identité de son cocontractant¹⁵¹⁹, l'assignation devant un juge est illusoire¹⁵²⁰. Dans ces cas de pseudonymat maintenu, en principe réservé aux purs smart contracts, l'incapable ne sera pas protégé et ne pourra en pratique pas faire annuler un acte alors que le droit positif l'y autorise : ici, le pseudonymat constitue une véritable barrière à l'application du droit¹⁵²¹. Un contrat informatisable pourrait donc être annulable pour incapacité de l'un des cocontractants, sans pouvoir être annulé. Les parties se trouvent juridiquement dans une impasse.

Toutefois et en pratique, il est probable qu'il ne s'agisse que d'hypothèses d'école. En effet, souvent les parties seront identifiées dans un contrat hybride ou dans un smart contract d'application d'un contrat-cadre passé entre des professionnels liés par une relation commerciale durable et dans tous ces cas, le traitement de l'incapacité pourra se faire sans particularité. Si les parties sont sous pseudonymat et dans le cadre d'un pur smart contract, il sera sans doute extrêmement rare qu'un majeur incapable ou un mineur entre dans un contrat informatisable portant sur une opération dépassant les actes de la vie courante sans encadrement juridique adéquat, notamment en raison de la complexité de ces opérations et de la difficulté d'accès à ce niveau de maîtrise du monde financier et de la cryptographie. S'il y parvient, ce sera malheureusement à ses risques et périls, sauf à réussir à retrouver l'identité de son cocontractant pour faire annuler un contrat dont il ne voudrait plus : car il ne s'agit pas là de contrats que l'on conclut sans y réfléchir.

Parfois, c'est non pas la personne du contractant elle-même qui peut être source de difficulté, mais le recours à un agent contractuel informatisé, utilisé comme représentant lors de la conclusion du contrat.

¹⁵¹⁹ Sur les possibilités de retrouver une identité malgré le pseudonymat, v. *supra*, §187-188.

¹⁵²⁰ Sur le sujet, v. *infra*, §679-680. Dans le même sens, soulignant l'illusion d'un procès, v. le rapport britannique sur les *smart legal contracts* (LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.21).

¹⁵²¹ On ne saurait toutefois voir dans le recours au pseudonymat sur la blockchain une renonciation tacite au droit d'agir en nullité. L'action doit toujours être ouverte, notamment pour le cas d'une levée du pseudonymat.

2) Représentation et agents contractuels informatisés

515. Le rôle des agents contractuels informatisés pour la conclusion du contrat informatisable. Les *smart agents*, pour rappel¹⁵²², sont des agents contractuels informatisés (c'est-à-dire des programmes informatiques) qui peuvent jouer un rôle dans la formation des contrats. Il est tout à fait concevable de programmer un « agent intelligent »¹⁵²³ en lui indiquant les critères du contrat recherché afin de lui faire conclure un contrat informatisable qui sera ensuite déployé sur une blockchain¹⁵²⁴ ; l'agent pourrait même rechercher les offres de *smart contracts* et en lancer directement l'exécution automatique au bénéfice de celui qui l'a programmé.

Cette possibilité est loin d'être utopique : depuis longtemps, des programmes informatiques sont déployés pour la formation automatique de contrats. Ces agents peuvent prendre plusieurs formes, comme une offre de contrat qui serait automatiquement ajustée en fonction des particularités de l'internaute (à l'aide des *cookies* de navigation)¹⁵²⁵ ; c'est aussi l'exemple de l'EDI¹⁵²⁶ où c'est le programme « qui commande des marchandises automatiquement au fur et à mesure que le stock diminue »¹⁵²⁷ ou d'un objet connecté qui commande les produits dont a besoin son propriétaire¹⁵²⁸. Enfin, à un degré supérieur, « il existe des programmes, que l'on pourrait dire furtifs, qui fouillent le Web à la recherche d'une offre particulières et qui, lorsqu'ils trouvent l'offre correspondante, manifestent une acceptation »¹⁵²⁹. Plus récemment, les sites de trading algorithmiques ou d'échange de

¹⁵²² V. *supra*, §147 s. et l'étude de S. A. KABLAN, *Pour une évolution du droit des contrats : le contrat électronique et les agents intelligents*, 2008 ; L. H. SCHOLZ, « Algorithmic Contracts », *Stanford Technology Law Review*, vol. 20, 2017, p. 128-169.

¹⁵²³ F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 101 : selon l'auteur, l'autonomie de ces programmes informatiques peut justifier qu'ils soient désignés par les termes agents intelligents.

¹⁵²⁴ V. l'analyse similaire par le rapport britannique LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.26-3.32 : le rapport envisage l'hypothèse où deux utilisateurs déploient chacun un programme informatique sur une blockchain, et chaque programme interagit avec l'autre, ce qui mène ensuite à une transaction entre les deux utilisateurs. V. aussi l'hypothèse d'agents qui interagissent entre eux ou avec des DAO (organisations autonomes décentralisées) : A. WRIGHT et P. DE FILIPPI, « Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia », 2015, p. 17 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=2580664>).

¹⁵²⁵ A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 22 : dans ce cas, il y a ajustement automatique « sans intervention directe d'une personne, mais au moyen de critères présélectionnés et d'informations données volontairement par l'utilisateur ou involontairement. »

¹⁵²⁶ V. *supra*, §110 s., et l'analyse de Mme Mas : l'auteur explique qu'il y a une interactivité entre deux systèmes informatiques qui permet d'automatiser la manière de passer commande en ligne. Il s'agit ainsi d'un « mode de passation en ligne des contrats, qui ne requiert aucune intervention humaine lors de l'expression de l'acceptation, comme de l'offre au demeurant » (F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 101).

¹⁵²⁷ A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 22-23. L'auteur donne l'exemple du supermarché où le scan du code-barres entraîne le décompte du stock, et envoie automatiquement une commande au fournisseur concerné.

¹⁵²⁸ V. *supra*, notamment avec l'exemple du réfrigérateur intelligent, §143.

¹⁵²⁹ A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 24. V. aussi l'explication de Mme Mas : ces agents intelligents, ces logiciels programmés, « procurent à leurs utilisateurs une vigilance sans répit pour traquer l'offre recherchée et une capacité de réaction instantanée, avec chaque fois une prise de décision dans un laps de temps tout

cryptomonnaies permettent également de procéder à des transactions par l'intermédiaire de programmes informatiques, sans intervention humaine supplémentaire¹⁵³⁰.

516. Analyse. La question est de savoir quel est le rôle de ces agents contractuels informatisés. Peuvent-ils réellement conclure des contrats ? Ont-ils une personnalité juridique qui leur permettrait de s'engager en toute autonomie¹⁵³¹ ? Pour l'heure, il n'existe aucune indépendance juridique des programmes informatiques, qui ne sont en principe qu'une modalité d'expression du consentement du contractant¹⁵³², faute de pouvoir exprimer une volonté propre¹⁵³³.

Toutefois, le fait que la volonté d'une personne se cache derrière le programme n'est pas un obstacle à la reconnaissance d'un rôle juridique de l'agent. Ainsi le droit américain reconnaît-il un vrai rôle à l'agent électronique pour la conclusion de contrats¹⁵³⁴. Mais il faut préciser que l'agent électronique, au sens de la loi uniforme sur les transactions électroniques (*Uniform Electronic Transactions Act* ou *UETA*), n'est qu'un outil au service de la personne,

aussi bref », prenant l'exemple des enchères en ligne (F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 101).

¹⁵³⁰ L. H. SCHOLZ, « Algorithmic Contracts », *op. cit.* ; LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.32. C'est d'ailleurs le cas d'espèce de l'arrêt *Quoine Pte Ltd v B2C2 Ltd* [2020] SGCA(I) 02, où il a été jugé qu'un contrat avait été conclu par des programmes informatiques de trading.

¹⁵³¹ Sur le sujet, v. A. BENSOUSSAN, « La personne robot », *D.*, 2017, p. 2044, en faveur de la création d'une « nouvelle organisation juridique à part entière, la personne robot », et *contra*, G. LOISEAU, « La personnalité juridique des robots : une monstruosité juridique », *JCP G*, 2018, p. 597, estimant que créer une personnalité juridique des robots serait « la conception d'un monstre », à la fois objet et sujet de droit, perversion de la *summa divisio* entre les personnes et les choses. La polémique est née à la suite de la publication d'une résolution du Parlement européen en date du 16 février 2017, demandant à la Commission européenne de considérer « la création, à terme, d'une personnalité juridique spécifique aux robots, pour qu'au moins les robots autonomes les plus sophistiqués puissent être considérés comme des personnes électroniques responsables, tenues de réparer tout dommage causé à un tiers; il serait envisageable de conférer la personnalité électronique à tout robot qui prend des décisions autonomes ou qui interagit de manière indépendante avec des tiers ».

¹⁵³² A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 23 : « c'est à chaque fois la volonté d'une personne qui est derrière la programmation de ces opérations la décision de les mettre en œuvre ». Cela signifie alors que ces agents ne sont porteurs d'aucune responsabilité. V. S. A. KABLAN, *Pour une évolution du droit des contrats : le contrat électronique et les agents intelligents*, 2008, *op. cit.*, p. 294. V. également F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 110 : l'auteur explique que la volonté exprimée par les systèmes informatiques n'est autre que celle de l'homme et que, « au-delà de ce constat implacable, il s'agit de ramener le rôle des moyens techniques et logiciels à celui plus modeste de simple vecteur, et de remonter à l'individu, à la personne, pour trouver la source de la volonté de contracter ».

¹⁵³³ M. Merabet estime ainsi qu'il y a en réalité toujours une volonté humaine derrière les instruments d'intelligence artificielle utilisés pour conclure des contrats et que ceux-ci ne peuvent être dotés d'une volonté contractuelle (S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, n° 392 s., spéc. n° 405).

¹⁵³⁴ La loi uniforme sur les transactions électroniques (*Uniform Electronic Transactions Act* ou *UETA*) reconnaît ainsi l'utilisation d'agents électroniques, définis comme suit : « Agent électronique » désigne un programme informatique ou un moyen électronique ou autre moyen automatisé utilisé pour initier une action ou répondre à des enregistrements ou des performances électroniques en tout ou en partie sans examen par une personne au moment de l'action ou de la réponse (extrait original : « "Electronic agent" means a computer program or an electronic or other automated means used to initiate an action or respond to electronic records or performances in whole or in part without review by an individual at the time of the action or response. »).

qui reste seule responsable des actions entreprises¹⁵³⁵ et ne dispose pas de la personnalité juridique¹⁵³⁶. Cela ne l'empêche pas, selon la section 113 de l'*UETA*, de conclure un contrat avec un autre agent électronique ou avec un individu¹⁵³⁷.

517. La théorie de la représentation en droit français appliquée aux agents intelligents. Suivant la théorie de la représentation¹⁵³⁸, le rôle du représentant est de transmettre la volonté du représenté et d'agir en son nom et pour son compte, en cas de représentation parfaite, suivant les pouvoirs qui lui ont été conférés¹⁵³⁹. Dans ce cas, seul le représenté est tenu par le contrat conclu par le représentant dans ce cadre¹⁵⁴⁰. Si en revanche le contrat est formé par le biais d'une représentation imparfaite, où le représentant agit pour le compte du représenté mais en son propre nom, c'est le représentant seul qui sera tenu. Ces règles déterminent clairement les cas où le représentant peut être tenu par un contrat et les cas où seul le représenté le sera : le nom détermine la portée de l'engagement. Tant que l'on se trouve dans une représentation parfaite, le recours à des agents intelligents ne poserait en principe pas de

¹⁵³⁵ UETA, p. 13 : « An electronic agent, such as a computer program or other automated means employed by a person, is a **tool of that person**. As a general rule, the employer of a tool is responsible for the results obtained by the use of that tool since the tool has no independent volition of its own. However, an electronic agent by definition is capable, within the parameters of its programming, of initiating, responding or interacting with other parties or their electronic agents once it has been activated by a party, without further attention of that party. » (nous soulignons). Nous traduisons : Un agent électronique, tel qu'un programme informatique ou un autre moyen automatisé employé par une personne, est **un outil de cette personne**. En règle générale, l'employeur d'un outil est responsable des résultats obtenus par l'utilisation de cet outil puisque l'outil n'a pas de volonté propre. Cependant, un agent électronique est par définition capable, dans les paramètres de sa programmation, d'initier, de répondre ou d'interagir avec d'autres parties ou leurs agents électroniques une fois qu'il a été activé par une partie, sans autre attention de cette partie.

¹⁵³⁶ Ce que certains appellent de leurs vœux : v. S. A. KABLAN, *Pour une évolution du droit des contrats : le contrat électronique et les agents intelligents*, 2008, *op. cit.*, p. 347 s. L'auteur propose alors, si la personnalité juridique de l'agent intelligent est reconnue, d'instituer un régime de responsabilité fondé sur l'attribution d'un patrimoine et la souscription d'une assurance.

¹⁵³⁷ UETA, Section 113, p. 41. Selon cet article, le contrat sera formé même sans que les individus dont dépendent les agents intelligents n'ont pas revu les actions des agents ou les clauses du contrat en résultant.

¹⁵³⁸ V. sur le sujet, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 229 s. ; P. DIDIER, *De la représentation en droit privé*, LGDJ, 2000. Pour M. Didier, « la représentation est une situation où une personne agit et où les conséquences juridiques de ses actes s'imputeront à une autre », et celle-ci « perd la qualité de tiers par le fait du comportement de la première » (n° 178).

¹⁵³⁹ Article 1153 du code civil : « Le représentant légal, judiciaire ou conventionnel n'est fondé à agir que dans la limite des pouvoirs qui lui ont été conférés. »

Article 1154 du code civil : « Lorsque le représentant agit dans la limite de ses pouvoirs au nom et pour le compte du représenté, celui-ci est seul tenu de l'engagement ainsi contracté.

Lorsque le représentant déclare agir pour le compte d'autrui mais contracte en son propre nom, il est seul engagé à l'égard du cocontractant. »

Pour un commentaire de ces textes issus de la réforme, v. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 277-281.

¹⁵⁴⁰ V. T. DOUVILLE (dir.), *La réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 118. Ainsi, « le représentant n'est pas tenu par l'acte et ne peut pas voir sa responsabilité engagée. Il est tiers au contrat qu'il a formé pour le représenté ».

problème. En effet, dans ce cas, seule la personne qui recourt à l'agent serait engagée par le contrat ainsi conclu¹⁵⁴¹.

Le problème réside dans le fait que le représentant, en droit français, semble devoir être doté de la personnalité juridique¹⁵⁴² : il doit en effet être investi d'un pouvoir de représentation. Toutefois, les textes n'évoquent que le représentant, sans exiger expressément de personnalité juridique. La représentation parfaite peut d'ailleurs être définie comme « une technique d'imputation dérogatoire directe des effets de droit »¹⁵⁴³. Il nous semble qu'il existe une zone d'ombre sur l'exigence de la personnalité juridique dans le cas de la représentation parfaite, surtout lorsque l'on considère que seul le représenté peut être engagé. Deux issues alternatives seraient alors possibles.

518. Une représentation parfaite ? Première possibilité : l'agent est reconnu comme représentant de l'individu dont il véhicule la volonté, et doit répondre au régime général de la représentation édicté aux articles 1153 et suivants du code civil. En particulier, son pouvoir de représentation devrait émaner nécessairement d'une convention et ses pouvoirs être octroyés de façon délimitée¹⁵⁴⁴. Pour les contrats informatibles, seule la représentation parfaite est envisageable afin de n'engager que le représenté, l'agent informatique ne pouvant être engagé lui-même faute de personnalité juridique¹⁵⁴⁵.

De surcroît, l'agent ne saurait techniquement dépasser les pouvoirs conférés, puisqu'il ne pourra exécuter sa mission de représentation que conformément au code informatique

¹⁵⁴¹ Étudiant en ce sens la piste du mandat, v. F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, op. cit., n° 109 : « pourquoi en effet ne pas admettre que les systèmes agissent, concluent, au nom de la partie qui les a programmés ; puisque la conclusion des contrats est faite en son nom et l'engagement incontestablement ? »

¹⁵⁴² V. en ce sens, concluant que l'agent intelligent ne peut pas être un mandataire, puisqu'un système informatique n'est pas doté de la personnalité juridique : *Id.* Pour Ph. Didier, le représentant est celui qui met en œuvre le processus de décision ; l'auteur précise que « il n'est pas dit que le représentant soit toujours une personne »... mais envisage seulement le cas où la représentation est le fruit d'une organisation complexe ou d'un ensemble de personnes physiques, sans s'interroger sur la représentation par d'éventuelles entités non dotées de la personnalité juridique (P. DIDIER, *De la représentation en droit privé*, op. cit., n° 184). La question de la personnalité juridique du représentant n'est en réalité jamais abordée dans les ouvrages... peut-être simplement parce que cela n'est pas concevable autrement. Reste évidemment l'application des règles liées au dépassement ou au détournement de pouvoir (articles 1156 et 1157 du code civil), qui pourraient supposer que le représentant soit un sujet de droit. Mais aucune sanction ne lui est appliquée : les sanctions sont cantonnées à l'opposabilité ou la nullité de l'acte ainsi conclu. Enfin, l'article 1160 du code civil constitue un dernier argument en faveur de la personnalité juridique, puisque « Les pouvoirs du représentant cessent s'il est atteint d'une incapacité ou frappé d'une interdiction », ce qui suppose qu'il soit *ab initio* capable, c'est-à-dire sujet de droit.

¹⁵⁴³ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 278, précisant que « l'effet de droit ne transite jamais par le patrimoine du représentant mais naît immédiatement dans celui du représenté ». Cette vision permettrait de concevoir l'existence d'un représentant sans personnalité juridique.

¹⁵⁴⁴ Dans le cas considéré, l'agent ne peut certainement pas recevoir son pouvoir de la loi ou du juge, mais seulement de la volonté d'une personne.

¹⁵⁴⁵ M. Merabet souligne également ce parallèle entre les agents et le mécanisme de la représentation, mais conclut que l'analogie totale n'est pas possible, dès lors que le représentant artificiel ne peut pas émettre de volonté contractuelle propre (S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, op. cit., n° 401).

suivant lequel il a été programmé ; il ne peut d'ailleurs véhiculer que la volonté du représenté¹⁵⁴⁶. Le problème d'une éventuelle sanction serait alors évacué, en même temps que celui de l'absence de personnalité juridique de l'agent.

Toutefois, cela suppose d'une part qu'il existe de telles clauses aménageant le recours à un agent intelligent et d'autre part, de prévoir informatiquement que l'action de l'agent n'est pas possible en dehors de ce qui a été programmé et conventionnellement que le représenté devra en tout état de cause ratifier tout acte conclu par l'agent. L'intérêt du recours à la notion de représentation est donc limité en matière de contrats informatisables dès lors que la responsabilité du représentant ne peut pas être recherchée et que le représenté doit nécessairement adhérer aux actes du représentant ; elle a toutefois le mérite d'expliquer le mécanisme utilisé.

La représentation parfaite pourrait ainsi être envisagée sur des plateformes où des conditions générales d'utilisation permettraient de préciser le statut et les pouvoirs des agents utilisés, aux fins de conclure des purs smart contracts ou des contrats hybrides au nom et pour le compte du représenté exclusivement, en indiquant au programme informatique des critères clairs et précis sur le smart contract recherché, ne laissant pas de doute sur les pouvoirs ainsi conférés. On peut aussi envisager de préciser ce pouvoir de représentation au sein des conditions générales d'utilisation d'un objet connecté pouvant alors conclure des smart contracts seuls. C'est par exemple le cas d'un compteur d'électricité connecté dans une maison, qui pourrait passer commande, *via* un smart contract, d'une certaine quantité d'énergie produite par un voisin, afin d'anticiper les besoins en énergie de la maison¹⁵⁴⁷. Le futur contractant disposerait ainsi d'un outil utile permettant de véhiculer sa volonté et les critères du bien ou du service recherché, ainsi qu'un prix souhaité, afin de conclure un contrat informatisable à son nom mais sans nouvelle intervention nécessaire de sa part. Il y a donc un consentement par anticipation sur les éléments essentiels du contrat donné par le contractant représenté¹⁵⁴⁸, qui

¹⁵⁴⁶ C'est l'argument principalement avancé par M. Merabet comme obstacle à l'application du régime de la représentation (*Ibid.*, nos 401-405). Mais il nous semble que cette impossibilité d'exprimer une volonté propre n'empêche pas l'agent d'être représentant, en véhiculant donc exclusivement la volonté du représenté.

¹⁵⁴⁷ Sur les compteurs connectés et la vente d'électricité en voisinage, v. *supra*, §151.

¹⁵⁴⁸ V. dans le même sens, S. MERABET, *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, *op. cit.*, n° 417 : « le contractant qui met en service un logiciel doté d'intelligence artificielle pour qu'il conclue des contrats pour son compte **consent en réalité dès ce moment par principe aux contrats futurs qui pourront en résulter** » (nous soulignons) L'auteur estime ainsi que le logiciel « se contentera de valider la volonté préalablement exprimée par son maître ». La solution de l'arrêt Quoine précité semble également admettre que le consentement ait été donné par anticipation par chacune des parties ayant programmé des programmes informatiques d'offre et d'acceptation afin de procéder à du trading algorithmique (v. sur le sujet, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.31). Les rédacteurs du rapport britannique sur les *smart legal contracts* estiment ainsi que le programme véhicule en effet la volonté de celui qui l'a utilisé (extrait original (n° 3.38) : “*Where a computer program has been held out by a party for the purposes of reaching an agreement, the operation of that program in making or accepting an offer can be considered a manifestation of that party's intention to be bound by the agreement*”).

ne prendra pas connaissance des conditions particulières du contrat informatisable conclu, à l'image de la plupart des contrats aujourd'hui conclus en ligne¹⁵⁴⁹.

519. Un simple vecteur du consentement. Suivant la seconde possibilité, l'on considère que la personnalité juridique est indispensable pour que l'agent puisse représenter le contractant au moment de la conclusion du contrat ; dans ce cas, les agents intelligents ne peuvent pas être qualifiés de représentants. Alors, la volonté exprimée par l'agent intelligent est nécessairement et exclusivement celle de l'individu qui y a recours et qui le programme¹⁵⁵⁰ – ce qui transparaît assez clairement lorsque l'individu programme lui-même son agent intelligent, comme c'est le cas par exemple pour les enchères en ligne¹⁵⁵¹. En réalité, la situation de fait est la même que pour la représentation parfaite avec les limites ci-avant évoquées. Juridiquement cependant, l'agent n'a pas de personnalité reconnue et n'est qu'un outil. Dans tous les cas, seule la volonté de l'individu est exprimée, et ce par le biais de l'agent intelligent qui a été programmé à cette fin. Il n'y a ici aucune difficulté à reconnaître qu'un programme informatique puisse être un moyen de véhiculer le consentement d'une partie¹⁵⁵², celle-ci demeurant pleinement responsable des actes passés par l'intermédiaire de l'agent¹⁵⁵³. Cette solution est davantage conforme au droit positif, mais l'on pourrait espérer une modification des dispositions relatives à la représentation pour y inclure les agents automatisés, dont l'utilisation est une réalité grandissante.

520. Proposition : une représentation parfaite par l'agent informatisé. Il est ainsi proposé de pouvoir recourir aux agents informatisés en tant que représentants, en dépit de leur absence de personnalité juridique :

¹⁵⁴⁹ V. *supra*, §510.

¹⁵⁵⁰ V. *supra*, note 1532.

¹⁵⁵¹ F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 110.

¹⁵⁵² C'est ce que prévoit l'*UETA*, selon la section 113 précitée (v. *supra*, §516), article repris en substance et en français par M. le Tourneau : P. LE TOURNEAU, *Contrats du numérique*, *op. cit.*, n° 412.35. Dans le même sens, le rapport britannique sur les *smart legal contracts* estime également que des programmes informatiques peuvent véhiculer le consentement : LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 3.26-3.35.

¹⁵⁵³ F. MAS, *La conclusion des contrats du commerce électronique*, *op. cit.*, n° 110. L'auteur précise qu'il y a soit une clause prévoyant le recours à ces agents, comme pour l'EDI (les accords EDI comportent des « clauses stipulant que les messages ainsi échangés, donc automatiquement et par systèmes informatiques interposés, valent déclaration de volonté des parties, destinée en conséquence à engager celles-ci dans le rapport contractuel issu de cet échange de données ») ; soit, en l'absence de clause, un système de responsabilité, qui pourrait être fondé sur la théorie de l'apparence. On voit que l'on est très proche d'une représentation parfaite !

Le représentant peut être un agent informatisé dépourvu de personnalité juridique, conformément aux modalités prévues par décret en Conseil d'État. Dans ce cas, la représentation est nécessairement parfaite et les pouvoirs du représentant sont limités par sa programmation par le représenté.

Tout contrat informatisable conclu par un agent informatisé engage le représenté, et lui seul.

Les spécificités du contrat informatisable au stade de la validité ne s'arrêtent pas à la personne du contractant. C'est aussi le contenu du contrat qui se révèle particulièrement inhabituel, en raison de la présence indispensable de clauses pouvant être exécutées par le smart contract.

II. Le contenu du contrat informatisable

521. La notion de contenu du contrat. Le contenu du contrat, notion élevée par la réforme de 2016 au rang des conditions de validité du contrat, opère la fusion des notions bien connues d'objet et de cause¹⁵⁵⁴. Il ne fait guère de doute que la très riche jurisprudence développée à propos de l'objet et de la cause sera transposable à ce « contenu » du contrat¹⁵⁵⁵, dont l'article 1128 du code civil exige sobrement qu'il soit « licite et certain ».

Le contenu du contrat, notion protéiforme, se décline ainsi à la fois en objet du contrat (l'opération convenue), en objet de l'obligation (la prestation fournie), en objet au sens strict (la chose ou le service promis), et en clauses contractuelles, qui définissent l'environnement juridique de l'opération considérée¹⁵⁵⁶ tout en devant assurer un certain respect de l'équilibre contractuel¹⁵⁵⁷ et de l'ordre public¹⁵⁵⁸. Sans oublier la contrepartie qui, au-delà de sa licéité, doit exister et ne pas être dérisoire¹⁵⁵⁹. L'ensemble est prévu aux articles 1162 à 1171 du code civil, formant un arsenal de règles qui tentent de délimiter et régir le contenu du contrat.

¹⁵⁵⁴ V. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 199, qui notent que « la notion étant tout à fait floue (...) le juge pourra par ce biais s'offrir un surcroît de pouvoir de contrôle des contrats. C'est dire si les risques de manipulation que l'on imputait à la cause pourraient tout à fait se retrouver ici ». Selon eux, cette notion n'est pas véritablement juridique : le contenu « renvoie à ce que prévoit le contrat, à ses stipulations, en somme aux effets juridiques qu'il produit » et en cela, « le contenu n'est qu'un contenant ».

¹⁵⁵⁵ V. en ce sens, *Ibid.*, p. 200, évoquant « la vraie fausse disparition de l'objet et de la cause ».

¹⁵⁵⁶ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 343 ; M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n°s 602-604.

¹⁵⁵⁷ La notion de contenu, sans autoriser un contrôle de l'équilibre des prestations, assure ici qu'un contractant ne se retrouve pas sans avantage réel tiré du contrat : tel est l'objectif poursuivi par les articles 1170 et 1171 du code civil.

¹⁵⁵⁸ Les stipulations contractuelles doivent nécessairement être licites, de même que le but du contrat pris dans son ensemble, conformément à l'article 1162 du code civil.

¹⁵⁵⁹ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 626.

522. Les enjeux pour les contrats informatisables. À l'ère numérique, le contenu du contrat présente-t-il des particularités selon son support et son mode d'exécution ? C'est seulement dans le cas d'une réponse affirmative qu'il sera pertinent d'étudier le contenu du contrat informatisable. Lors de l'avènement du contrat conclu par voie électronique, certains s'étaient interrogés de la même façon et avaient conclu à l'absence de spécificité, dès lors que les exigences d'un contenu licite et certain sont des exigences de fond abstraites, peu importe le caractère électronique de la formation du contrat¹⁵⁶⁰.

Le raisonnement pourrait être le même pour les contrats informatisables. En effet, les contrats informatisables ne présentent en tant que tels pas de spécificités quant au caractère possible et à l'existence du contenu. De même, le caractère informatisable de certaines obligations du contrat informatisable n'apparaît pas être un obstacle pour remplir la condition classique d'un contenu certain. Il faudra simplement que les prestations à effectuer soient précisément déterminées.

C'est en revanche la déterminabilité du contenu, possibilité offerte par la loi à l'article 1163 du code civil, qui se révèle moins évidente à appliquer aux contrats informatisables. En effet, le déploiement du contrat sur une blockchain immuable semble à première vue imposer un contenu strictement déterminé, puisque l'immutabilité impose par principe que le contenu du smart contract ne puisse pas être modifié une fois qu'il est déployé. La flexibilité du droit des contrats semble alors mise à mal face à la rigidité des contrats informatisables déployés sur une blockchain et il faut vérifier si des moyens existent pour traduire informatiquement la déterminabilité du contenu du contrat informatisable (A).

Par ailleurs, la cécité et l'imperméabilité de la blockchain au monde extérieur contribue à enregistrer des smart contracts sans contrôle de leur contenu et autorise leur exécution irrésistible, indépendamment des événements extérieurs et du droit applicable. Cette spécificité des contrats informatisables pourrait-elle faciliter la conclusion et l'exécution de contrats au contenu illicite ? Il faut se demander dans quelle mesure l'exigence d'un contenu licite peut être respectée (B).

A. Le contenu déterminable du contrat informatisable

523. Déterminabilité et immuabilité. L'alinéa 2 de l'article 1163 du code civil prévoit que la prestation, objet de l'obligation, doit être « possible et déterminée ou déterminable », sans distinguer selon nature la nature des prestations¹⁵⁶¹. Cela signifie la prestation promise doit

¹⁵⁶⁰ A. RAYNOUARD, « Le contrat électronique », *op. cit.*, p. 16.

¹⁵⁶¹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n^{os} 377-379.

être « fixée au moment de la conclusion du contrat » (si elle est déterminée) ou précisée « après la conclusion du contrat »¹⁵⁶². L'article 1163 précité précise en son alinéa 3 que la prestation est déterminable « lorsqu'elle peut être déduite du contrat ou par référence à aux usages ou aux relations antérieures des parties, sans qu'un nouvel accord des parties soit nécessaire ». Par exemple, les parties peuvent se référer dans le contrat à une clause d'indexation : il n'y aura qu'à appliquer cette clause pour déterminer *in fine* le prix à payer.

Si la détermination *ab initio* des prestations informatisables ne pose pas de difficulté en tant que telle, c'est en revanche la possibilité offerte par la loi d'indiquer une prestation seulement déterminable dans le contrat qui pourrait être compliquée à traduire informatiquement. En effet, suivant la caractéristique d'immutabilité de la blockchain, tout smart contract enregistré dans un bloc de transactions validé et horodaté ne peut plus être modifié¹⁵⁶³. Se pose ainsi la question de la compatibilité de l'immutabilité de l'enregistrement d'un smart contract sur une blockchain avec la possibilité d'indiquer une prestation seulement déterminable dans le contrat informatisable. Comment en effet les parties pourraient-elles à l'avenir indiquer au contrat les précisions nécessaires à l'exécution de la prestation, si le contenu du contrat est figé dès son inscription dans la blockchain ?

524. La traduction informatique de la déterminabilité. L'immutabilité de la blockchain s'oppose seulement à la possibilité de modifier le smart contract. En revanche, le smart contract enregistré de façon immuable peut être programmé pour recevoir les informations utiles à son exécution, qu'elles soient présentes sur la blockchain considérée ou extérieures et transmises par un oracle¹⁵⁶⁴. Dès lors, le contrat informatisable peut tout à fait prévoir une prestation déterminable, dès lors que seront prévus des critères assez précis pour que les informations transmises ultérieurement au smart contract puissent utilement compléter le contrat informatisable. On se trouvera alors dans le cas où la prestation est déterminable « lorsqu'elle peut être déduite du contrat », conformément à l'article 1163, alinéa 3, précité.

Par exemple, le prix d'un contrat de vente d'une œuvre d'art numérique pourrait être simplement déterminable¹⁵⁶⁵, en se référant au cours en vigueur indiqué par une plateforme

¹⁵⁶² P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 376.

¹⁵⁶³ V. *supra*, §77.

¹⁵⁶⁴ V. *supra*, §221.

¹⁵⁶⁵ Sur l'application de l'article 1163 du code civil au prix ou sur le maintien de l'ancienne jurisprudence : se prononçant classiquement pour l'application de l'article 1163 au prix, J.-S. BORGHETTI, « Fixation et révision du prix », *Revue des contrats*, Hors-série, juin 2018, p. 25 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, nos 377-379 ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 310 ; T. DOUVILLE (dir.), *La réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 134 ; *contra*, estimant que le contrat ne saurait « échouer contre l'écueil de la nullité » faute de fixation du prix lors de sa conclusion, J. MOURY, « Retour sur le prix : le champ de l'article 1163, alinéa 2, du code civil », *D.*, 2017, p. 1209.

d'échange expressément désignée¹⁵⁶⁶. Cette information peut être directement envoyée au smart contract et ainsi permettre la détermination *in fine* du prix à payer. Il est aussi possible d'imaginer un contrat informatisable de location d'espace de stockage sur ordinateur, où la quantité d'espace serait seulement déterminable au jour de la conclusion du contrat – par exemple, en fixant une fourchette ; chaque début de mois, le créancier de la prestation principale n'aura qu'à indiquer au smart contract la quantité demandée pour le mois à venir, en respectant cette fourchette. Le prix sera déterminé en conséquence, proportionnellement à l'espace de stockage mis à disposition.

En définitive, l'immutabilité est un faux obstacle à la déterminabilité des prestations du contrat informatisable : les prestations pourront être déterminables selon des éléments précisément définis, communiqués ultérieurement au smart contract déployé par le biais d'un oracle. En revanche, il faut exclure la déterminabilité par référence aux usages ou relations antérieures des parties, qu'un smart contract ne saurait mettre en œuvre automatiquement.

C'est encore l'exigence de licéité qui peut être difficile à satisfaire dans les contrats informatisables.

B. Le contenu licite du contrat informatisable

525. La licéité du contenu du contrat : de la cause au but, de l'objet aux stipulations.

Reprenant les fonctions combinées de la cause et de l'objet¹⁵⁶⁷, le contenu du contrat doit être licite. L'article 1162 du code civil précise que « le contrat ne peut déroger à l'ordre public ni par ses stipulations, ni par son but, que ce dernier ait été connu ou non par toutes les parties ». La licéité du contrat s'entend donc à deux niveaux, quant au but et quant au contenu du contrat.

D'abord, le but du contrat doit être licite. En conséquence, sont nuls tous les contrats poursuivant un but (autrefois une cause) illicite¹⁵⁶⁸. Ensuite, en regardant le contrat de plus près, c'est son contenu à proprement parler, c'est-à-dire son objet et ses stipulations, qui en tant que tels doivent être conformes à l'ordre public¹⁵⁶⁹. On pense ici en particulier au droit de la

¹⁵⁶⁶ Exemple : j'achète un NFT d'œuvre graphique tous les mois à un artiste afin de le soutenir et de constituer une collection. Le prix est fixé en ether, pour un montant équivalent à cent euros selon le cours en vigueur chaque 1^{er} du mois. Selon les variations du cours, le prix peut être de 0,05 ether, 0,1 ether, 0,02 ether... Pour autant, le prix n'est pas de cent euros, puisqu'il est précisément fixé en ether et payé en ether. Il est donc simplement déterminable, par référence au cours ether/euro.

¹⁵⁶⁷ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 599 ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 301.

¹⁵⁶⁸ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 670. Ainsi est nul un contrat de vente de stupéfiants ou d'organes par exemple ; ou encore la location d'un appartement adapté comme lieu d'un suicide assisté ou la mise en place d'un distributeur automatique d'alcool accessible à des mineurs (M. RASKIN, « The Law and Legality of Smart Contracts », *op. cit.*, p. 325).

¹⁵⁶⁹ V. *supra*, §461, sur la conformité à l'ordre public, y compris les bonnes mœurs et libertés fondamentales.

consommation, qui permet de censurer les clauses abusives¹⁵⁷⁰, et dont le régime a opéré une incursion en droit commun des contrats pour les contrats d'adhésion¹⁵⁷¹. De plus, la prestation principale du contrat se trouve tout particulièrement encadrée et protégée : celle-ci, en ce qu'elle incarne le plus souvent l'objet du contrat, doit être licite selon l'article 1162 précité¹⁵⁷², mais elle est aussi protégée dans sa substance par l'article 1170 du code civil¹⁵⁷³ afin d'assurer au créancier qu'il bénéficiera d'une véritable prestation.

526. La licéité des contrats informatisables. Quelles particularités présentent les contrats informatisables au regard de cette exigence de licéité du but et du contenu du contrat ? Deux caractéristiques de la blockchain et des smart contracts peuvent donner à penser que l'exigence de licéité au stade de la formation du contrat pourrait ne pas être respectée : l'imperméabilité de la blockchain couplée à l'automatisme des smart contracts. L'imperméabilité pourrait faire croire que des contrats qui sont formés et exécutés sur une blockchain pourraient être en dehors du droit, se déjouant de toute exigence de licéité. Il n'en est rien : déployer un contrat sur une blockchain ne suffit pas à l'exempter de cette condition de validité essentielle de licéité¹⁵⁷⁴, sous prétexte que la blockchain serait en dehors du droit en raison du respect dû au seul code informatique. Toute opération qui s'y déroule est bel et bien soumise au droit¹⁵⁷⁵. Pas plus qu'un contrat classique, un contrat informatisable ne peut en théorie violer les règles d'ordre public : il n'est pas dans une sphère de non-droit¹⁵⁷⁶. Ainsi, les contrats informatisables ne présentent aucune particularité ; s'ils ont un but illicite (par

¹⁵⁷⁰ Selon l'article L. 212-1 du code de la consommation, « dans les contrats conclus entre professionnels et consommateurs, sont abusives les clauses qui ont pour objet ou pour effet de créer, au détriment du consommateur, un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties au contrat » et ces clauses sont réputées non écrites selon l'article L. 241-1 de ce code.

¹⁵⁷¹ Article 1171 du code civil : « Dans un contrat d'adhésion, toute clause non négociable, déterminée à l'avance par l'une des parties, qui crée un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties au contrat est réputée non écrite.

L'appréciation du déséquilibre significatif ne porte ni sur l'objet principal du contrat ni sur l'adéquation du prix à la prestation. »

¹⁵⁷² O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 302 : à la lecture de 1162, le contrat ne peut pas déroger à l'ordre public par ses clauses particulières ; *a fortiori*, il ne peut y déroger en sa prestation centrale.

¹⁵⁷³ Article 1170 du code civil : « Toute clause qui prive de sa substance l'obligation essentielle du débiteur est réputée non écrite. »

¹⁵⁷⁴ V. en ce sens, E. MIK, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *op. cit.*, p. 15 : « putting a smart contract "on" the blockchain does not place it outside of the legal system or otherwise insulate it from the laws of a given jurisdiction. If a particular type of exchange is prohibited or if a contractual provision is illegal or unenforceable under the rules of a specific jurisdiction - it remains prohibited, illegal or unenforceable if embodied in a smart contract » (nous traduisons : déployer un contrat informatisable "sur" la blockchain ne le place pas en dehors du système juridique ou ne l'exempte pas du respect des lois d'une juridiction donnée. Si un type particulier d'échange est interdit ou si une disposition contractuelle est illicite ou inapplicable en vertu des règles d'un droit spécifique - elle reste interdite, illicite ou inapplicable si elle est incorporée dans un smart contract).

¹⁵⁷⁵ V. *supra*, sur la soumission de la blockchain au droit, §22.

¹⁵⁷⁶ V. *supra*, §20.

exemple, l'acquisition d'une œuvre numérique à caractère pédopornographique, le financement d'un réseau de trafic de drogue, etc.), ils pourront éventuellement être annulés, si le juge est saisi à cette fin.

Si les parties à un contrat hybride n'auront pas de difficulté pour saisir le juge, la question est toute autre pour les purs smart contracts en raison du pseudonymat des parties¹⁵⁷⁷. Dans une certaine mesure, tant qu'il n'est pas possible de lever le pseudonymat, le recours à des purs smart contracts permettrait de conclure des contrats illicites, sans risque de censure judiciaire¹⁵⁷⁸. Cette difficulté d'ordre pratique et procédural pourrait faire dire aux détracteurs de cet outil techno-contractuel que le recours aux smart contracts risque de favoriser des échanges interdits, la monétisation de choses hors commerce ou autres formes d'illicéité contractuelle. Mais la traçabilité et la transparence propres aux blockchains publiques, véritablement décentralisées et efficaces, nous paraissent être un obstacle à une généralisation de ce genre d'opérations. Une étude montre qu'en 2021, les transactions impliquant des adresses illicites ne représentaient que 0,15 % du volume des transactions en crypto-actifs¹⁵⁷⁹.

Si ce risque est minime aujourd'hui, il faut toutefois recommander le recours à des contrats hybrides pour accroître la sécurité juridique et favoriser le respect du droit applicable au contrat.

527. La licéité des clauses informatissables. Ce sont également les stipulations contractuelles qui doivent se soumettre à l'ordre public. Cette soumission s'exprime de deux façons. D'une part, par l'insertion obligatoire de certaines clauses dans le contrat, le plus souvent à des fins de protection d'une des parties au contrat ; d'autre part, par la censure de certaines clauses, dans le cadre d'un contrôle de l'équilibre des contrats de consommation et d'adhésion.

Or, le respect de l'ordre public par les clauses des contrats informatissables ne semble pas pouvoir être toujours assuré, comme il l'a été démontré plus tôt¹⁵⁸⁰, les purs smart contracts ne pouvant intégrer les clauses imposées par le législateur ; pour les contrats hybrides, un encouragement à se conformer au contenu imposé est formulé, en intégrant les normes impératives dans la couche contractuelle classique¹⁵⁸¹. En tout état de cause, les sanctions civiles étant presque inexistantes¹⁵⁸², la nullité sera rarement obtenue si des mentions

¹⁵⁷⁷ Sur les difficultés relatives à la saisine du juge, en particulier en cas de pseudonymat maintenu, v. *infra*, §679-680.

¹⁵⁷⁸ On peut noter qu'une partie des transactions en cryptomonnaies concernent en effet des opérations illicites ; par exemple, la cryptomonnaie bitcoin a permis un temps de payer des transactions sur le *Darknet*, pour acheter des drogues, des fichiers pornographiques et autres produits illicites. Sur le sujet, v. *supra*, §5.

¹⁵⁷⁹ ADAN et KPMG, *La crypto en France, op. cit.*, p. 28.

¹⁵⁸⁰ V. *supra*, §461 sur les limitations à la liberté contractuelle dans la détermination du contenu du contrat.

¹⁵⁸¹ V. *supra*, §464.

¹⁵⁸² V. *supra*, §465 sur l'illusion des sanctions des mentions obligatoires.

obligatoires ne figurent pas dans le contrat informatisable. Il n'en demeure pas moins que le risque avec les purs smart contracts est de contenir des stipulations regardées comme illicites.

Plus sensiblement, le contrat informatisable ne doit pas contenir de clause abusive, si le contrat concerné est un contrat d'adhésion ou de consommation ; et aucune de ses clauses ne doit priver de sa substance l'obligation essentielle du débiteur, suivant l'article 1170 du code civil. Lorsqu'il n'a pas été prévu lors de la rédaction du contrat informatisable, le respect de ces normes paraît illusoire pour deux raisons. D'une part, il faut que le caractère non écrit de la clause litigieuse soit constaté par un juge¹⁵⁸³, qui doit avoir été saisi par la partie concernée – avec toutes les incertitudes que cela représente. D'autre part, la clause aura le plus souvent été informatiquement et automatiquement exécutée par le smart contract. La sanction apparaît dès lors bien trop tardive face à l'exécution automatique des smart contracts.

En définitive, l'automatisme des contrats informatisables apparaît de manière générale comme un obstacle au bon respect *ab initio* de l'exigence de licéité, car le plus souvent le contrat ou la clause illicite aura déjà été exécuté avant que le juge ne soit saisi pour en connaître. Le contentieux se déplace alors *ex post*, sur le terrain des restitutions, accentuant un phénomène déjà connu. Une fois de plus, l'inflexibilité des contrats informatisables montre que la fonction préventive du droit des contrats peut trouver des difficultés à s'exprimer, tandis que l'automatisme d'exécution des smart contracts a pour effet d'empêcher le recours au juge *ex ante*. En revanche, il ne faut pas voir dans le recours au smart contract une renonciation à invoquer l'illicéité *ex post*¹⁵⁸⁴. Le recours au juge doit toujours être possible *ex post* pour faire appliquer les règles de droit, quand bien même le contrat aurait d'ores et déjà été exécuté, et pour rétablir la licéité dans la relation contractuelle.

528. La licéité du recours au smart contract ? L'automatisme de l'exécution pourrait, en tant que telle, entraîner un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties si elle ne bénéficie qu'à une partie. Il faut en effet prendre garde au contrat hybride d'adhésion contenant une clause prévoyant l'exécution automatique des seules obligations et sanctions de l'inexécution au bénéfice du professionnel ayant proposé le contrat¹⁵⁸⁵, tandis que la partie

¹⁵⁸³ V. *infra*, §534 sur la sanction du réputé non écrit et la nécessité, en pratique, de recourir à un juge.

¹⁵⁸⁴ *De facto* cependant, bien des contractants pourraient se décourager devant la lourdeur d'un contentieux une fois le contrat informatisable exécuté. On se retrouvera alors dans l'hypothèse d'un acte juridique irrégulier efficace, comme analysé par M. François. V. C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, spéc. n° 157 : l'acte juridique irrégulier efficace est « un acte juridique non conforme à une règle de l'ordre juridique qui s'imposait à au moins l'un de ses auteurs ». L'auteur rappelle à la fin de son étude que, s'agissant de la nullité, « le titulaire peut décider de maintenir l'efficacité de l'acte irrégulier, simplement en s'abstenant d'exercer l'action en nullité » (n° 739).

¹⁵⁸⁵ V. en ce sens, M. LATINA, « Les professions réglementées, des experts du nouveau monde numérique », *Cahiers de droit de l'entreprise*, n° 3, juin 2018, p. 52-55, estimant que la clause « par laquelle les parties acceptent par avance la mise en œuvre automatisée du contrat ou des sanctions de l'inexécution » pourrait être « considérée comme abusive si elle crée un déséquilibre significatif entre les droits et les obligations des parties dans les relations consommateurs/professionnels (C. consom., art. L. 212-1), dans les relations entre partenaires commerciaux au sens de

faible devra toujours mettre en œuvre des procédures classiques, lentes, fastidieuses et incertaines, pour obtenir son dû en cas d'inexécution de son contractant. Une telle « smart contractualisation » unilatérale des clauses opérationnelles profitant à la partie forte pourrait être analysée comme une pratique abusive au sens large, et être à ce titre privée d'effet par le juge saisi. Mais ici aussi, la sanction arrivera souvent bien trop tard : à quoi bon réputer non écrite une clause qui a déjà produit ses effets¹⁵⁸⁶... La partie faible devra contester la stipulation litigieuse « pour espérer – peut-être – être rétablie dans ses droits » tout en étant soumise à la lenteur et à l'incertitude d'un procès¹⁵⁸⁷.

Il est donc nécessaire d'alerter dès à présent sur ce risque et de combattre ces clauses dans le cas où elles seraient insérées dans des contrats informatibles, du fait de leur caractère abusif. Il serait intéressant de reprendre le modèle de l'action d'une association de consommateurs¹⁵⁸⁸ en droit commun afin de permettre d'éradiquer les clauses abusives dans les modèles de contrats¹⁵⁸⁹.

Cependant, ce tableau particulièrement négatif nous semble davantage correspondre à des cas où les smart contracts sont utilisés comme des smart contracts d'application, pour une exécution ciblée de certaines clauses d'un contrat. Pour de véritables contrats hybrides, le smart contract sera conçu en même temps que la prose juridique, ces deux éléments formant chacun une couche indissociable du contrat informatisable. On voit mal alors comment et pourquoi une seule partie des clauses opérationnelles serait exécutable par smart contract. L'évolution des (bonnes) pratiques et le recours croissant à cet outil techno-contractuel conduira très

l'article L. 442-6, I, 2° du Code de commerce, voire dans les contrats d'adhésion (C. civ., art. 1110 et 1171). Ce sera sans doute le cas si une partie peut bénéficier d'une sanction automatique alors que l'autre est contrainte d'agir en justice pour qu'elle soit mise en œuvre. »

¹⁵⁸⁶ Sauf pour les contrats à exécution successive, où la sanction présente encore un intérêt puisque le contrat pour continuer à s'exécuter à l'avenir, débarrassé de la clause abusive.

¹⁵⁸⁷ D. HOUTCIEFF, « La réactivité en droit contemporain des contrats : des réactions unilatérales au smart contract », *Gaz. Pal.*, Hors-série, 19 juin 2019, p. 9.

¹⁵⁸⁸ Les associations de consommateurs bénéficient d'une action, ouverte par le législateur en 1995 et étendue en 2014, pour « demander aux juges d'ordonner, le cas échéant sous astreinte, la suppression des clauses abusives des modèles de conventions habituellement proposés » (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 451). L'action est régie par l'article L. 621-8 du code de la consommation et permet également de demander au juge « de déclarer que cette clause est réputée non écrite dans tous les contrats identiques conclus par le même professionnel avec des consommateurs ». Pour obtenir la réparation du préjudice patrimonial subi par un ensemble de consommateurs, l'action de groupe à la française est ouverte aux associations agréées de consommateurs, depuis la loi n° 2014-344 du 17 mars 2014 (v. sur le sujet, A.-S. CHONE-GRIMALDI et L. RASCHEL, « L'action de groupe à la française : tout vient à point à qui sait atteindre », *RCA*, mai 2014, p. 4). Le régime de l'action de groupe en droit de la consommation figure aujourd'hui aux articles L. 623-1 et suivants du code de la consommation.

¹⁵⁸⁹ Cette possibilité n'est pas évoquée en droit commun, ce qui est regrettable (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 475). Il faut rappeler que la Cour de cassation autorise des associations à agir en vue de la défense d'un intérêt collectif, c'est-à-dire de l'intérêt d'une catégorie de personnes, à condition que l'intérêt collectif défendu entre dans l'objet social de l'association (v. 1° civ., 18 sept. 2008, n° 06-22.038, *Bull. civ. I*, n° 201, N. DUPONT, « Recevabilité de l'action en justice d'une association non habilitée à agir par la loi », *JCP G*, 2008.II.10200 ; 1° civ., 2 oct. 2013, n° 12-21.152). Il serait donc envisageable de constituer des associations en vue de combattre les clauses abusives figurant dans certains types de contrats et relevant de l'article 1171 du code civil.

certainement à « smart contractualiser » l'ensemble des clauses opérationnelles et à éviter le déséquilibre évoqué – c'est du moins ce que l'on peut appeler de nos vœux.

529. Conclusion de section. Au stade de la validité, les contrats informatibles présentent quelques spécificités notoires, liées à l'utilisation du pseudonymat et d'un langage informatique inintelligible du plus grand nombre. Souvent la capacité d'une partie ne sera pas vérifiable, tandis que l'existence même de son consentement pourrait être remise en cause en cas d'inintelligibilité totale du contrat. L'étude des contrats informatibles met en lumière certaines insuffisances du droit positif, notamment pour protéger le consentement en ligne par une information suffisante. Malgré un formalisme informatif grandissant, le consentement de l'internaute contemporain demeure dénué de toute épaisseur et l'on mesure combien il serait nécessaire de contrôler davantage que le contractant a compris l'essentiel du contrat dans lequel il s'apprête à s'engager. Une telle vérification suppose de faire évoluer la phase de conclusion du contrat et s'avère encore plus importante en présence d'un contrat rédigé en tout ou partie en langage informatique. C'est pourquoi une proposition est formulée pour introduire un mode raffermi d'expression de la volonté pour conclure un contrat informatible. Le recours à des outils de traduction du code informatique pourrait par ailleurs contribuer à renforcer la protection des parties faibles tout en facilitant la conclusion de contrats informatibles.

L'étude *in concreto* du contrat informatible considéré permettra ensuite de déterminer lorsque le contrat risque d'être illicite, à l'instar des contrats classiques. Dans ce domaine, les purs smart contracts risquent plus souvent de ne pas être conformes au regard des dispositions protectrices des contractants faibles, en particulier les clauses abusives ou entraînant un déséquilibre significatif. L'étude de cette catégorie de contrat informatible révèle à quel point le droit des contrats, par sa flexibilité au service d'une certaine justice contractuelle, propose une protection accrue de la partie faible dans la relation contractuelle et nécessite le recours au juge pour être mise en œuvre. Or, les purs smart contracts empêchent, en raison du pseudonymat des parties, de respecter le recours au juge. Il n'est donc pas recommandé d'y recourir si l'on entend assurer le respect des droits des parties tels que protégés par la loi et par le biais d'un contentieux étatique.

En pratique cependant, les contrats qui ont vocation à être conclus dans des relations commerciales entre professionnels (B2B) ou consommateurs (B2C) le seront dans un format hybride, où l'existence d'une version en langage naturel permettra d'assurer les droits et la protection des parties au contrat et leur identification, faisant alors disparaître en grande partie les obstacles liés aux spécificités des blockchains tout en bénéficiant des atouts liés à l'exécution automatique du smart contract sur une blockchain. Dans un avenir proche, on peut espérer que davantage de smart contracts équilibrés et conformes à la volonté des parties seront

formés grâce à l'intervention d'agents contractuels informatisés, agissant comme représentants parfaits des contractants – il est proposé à ce sujet de reconnaître expressément une possibilité de représentation par agent informatisé, sans leur octroyer personnalité juridique pour autant – véhiculant leur volonté au sein de négociations algorithmiques ou à la recherche d'offres adaptées, sans risque de se méprendre sur la portée du smart contract.

Le recours au contrat hybride apparaît ainsi bien plus protecteur et conforme aux exigences légales, mais en contrepartie, il perd en automaticité et en simplicité. Incluant une couche contractuelle juridique classique plus ou moins développée, parfois sous forme de conditions générales, il permettra d'assurer pour l'essentiel le respect des normes impératives, dont l'insertion dans les modèles est fortement recommandé. L'étude a montré que ces contrats peuvent en principe être valablement déployés, sans être atteints de vices intrinsèques. Toutefois, comme dans tout contrat, des conditions de validité feront parfois défaut et c'est pourquoi il faut envisager l'application de sanctions.

Section 2 – Le prononcé et l’effectivité des sanctions du défaut de validité du contrat informatisable

530. La production d’effets malgré l’absence d’une condition de validité. Enjeux pour les contrats informatisables. Comme tout contrat, si une condition de validité fait défaut, le contrat informatisable se trouvera exposé à l’éventualité d’une sanction. Le seul fait qu’une condition ne se trouve pas satisfaite ne suffit pas en tant que tel à atteindre le contrat. Il faut encore que la sanction adaptée soit prononcée par le juge. Par exemple, un contrat peut être annulable, mais il continuera à pouvoir produire tous ses effets tant que sa nullité n’est pas prononcée¹⁵⁹⁰. C’est la théorie de l’acte juridique irrégulier efficace¹⁵⁹¹, qui trouve particulièrement un écho pour les contrats informatisables. Une fois qu’ils sont déployés sur une blockchain, ils sont en principe sujet à l’exécution autonome et automatique des smart contracts, si les conditions en sont remplies. Autrement dit, l’exécution du contrat informatisable n’est par principe pas arrêtable par les parties une fois qu’elle est enclenchée. Pourtant, le contrat pourrait être annulé ou être déclaré caduc, ou une de ses clauses pourrait être déclarée non écrite. En cela, les smart contracts pourraient-ils constituer des ordres normatifs autonomes, imperméables à l’application du droit et susceptibles de s’auto-gérer¹⁵⁹² ?

Deux enjeux sont alors perceptibles. D’un côté, celui du prononcé des sanctions : sans cette étape essentielle, le contrat continuera à produire ses effets. Or, en matière de contrats informatisables, la phase contentieuse présente bien des particularités (I). D’un autre côté, celui de l’efficacité des sanctions prononcées. L’exécution du contrat est inarrêtable : comment faire si la nullité ou la caducité est prononcée ? Ou si une clause s’exécute alors que le juge a constaté qu’elle devait être réputée non écrite ? Comment donner effet à la sanction prononcée, face à l’immuabilité de la blockchain ? La confrontation de l’impérativité du droit au déterminisme des smart contracts semble conduire à une impasse et des solutions d’adaptation devront être trouvées le cas échéant (II).

¹⁵⁹⁰ C. FRANÇOIS, *L’acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n° 260 : le contrat est annulable et n’est pas nul, il faut l’intervention du juge ou le commun accord des parties. Il existe en effet plusieurs moyens d’écarter la nullité, comme la forclusion, le commencement d’exécution, la confirmation etc. (n°s 262 s.), mais aussi la prescription. V. aussi, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n°s 413-415.

¹⁵⁹¹ C. FRANÇOIS, *L’acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n° 188. Selon l’auteur, « L’acte juridique irrégulier efficace est un acte de volonté destiné à produire des effets de droit, qui est non conforme à une règle de droit qui s’imposait à son ou ses auteurs, mais qui va néanmoins produire les effets de droit recherchés par ce ou ces derniers ».

¹⁵⁹² V. *supra*, §20 et §324 et *infra*, sur la question particulière du pseudonymat et de l’impasse contentieuse, §677 s.

I. *Le prononcé des sanctions*

531. Déterminer et prononcer la sanction adaptée. Pour que le contrat vicié puisse être privé d'effet, encore faut-il que le contractant victime demande au juge de prononcer la sanction adaptée au vice qui atteint le contrat. Un rappel quant au choix et aux enjeux des sanctions existantes en droit positif permettra de voir qu'elles peuvent en théorie être appliquées aux contrats informatibles, chacune recouvrant des enjeux distincts : il revient alors aux parties de choisir la sanction la plus adaptée (A). L'étape charnière est celle du contentieux : les parties doivent se retrouver devant le juge, avec toutes les difficultés que cela présente, pour que celui-ci puisse prononcer la sanction demandée si les conditions en sont réunies. Le juge a un rôle clé pour le prononcé des sanctions (B).

A. *Le rôle des parties dans le choix de la sanction*

532. L'absence de spécificité théorique. À première vue, les contrats informatibles ne présentent pas de spécificités par rapport aux contrats classiques. Comme tout contrat, le contrat informatible doit être valable. Si une condition de validité fait défaut, le contrat informatible se trouvera tout autant exposé à l'éventualité d'une sanction, qu'il s'agisse de la nullité¹⁵⁹³ ou de la caducité¹⁵⁹⁴, ou encore de la neutralisation d'une clause. Le contractant protégé par la règle violée pourra saisir le juge afin d'obtenir le prononcé de la sanction la plus adaptée – ou le constat de la sanction le cas échéant. Le plus souvent, il s'agira *in fine* d'obtenir l'anéantissement total ou partiel du contrat.

¹⁵⁹³ Sur la nullité, v. l'étude générale de C. GUELFUCCI-THIBIERGE, *Nullité, restitutions et responsabilité*, LGDJ, 1992, spéc. n^{os} 348 s. sur le concept de nullité. V. également, étudiant le régime des nullités relative et absolue et la notion même de nullité, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n^{os} 133-143 ; J. FLOUR, J.-L. AUBERT et E. SAVAUX, *Les obligations. I. L'acte juridique*, 17^e éd., Sirey, 2022, n^o 522 s.

¹⁵⁹⁴ Sur la caducité, v. l'étude générale de R. CHAABAN, *La caducité des actes juridiques : étude de droit civil*, LGDJ, 2006. L'auteur montre que la notion de caducité rend compte de deux cas de figure distincts, la caducité pour disparition d'un élément permanent de validité et la caducité pour non-survenance d'un élément ponctuel de validité de l'acte juridique à formation progressive, conduisant à définir la notion, malgré tout unitaire, comme « une inefficacité provenant d'un évènement non fautif, postérieur à la formation de l'acte juridique » (p. 327). V. également, M.-C. AUBRY, « Retour sur la caducité en matière contractuelle », *RTD civ.*, 2012, p. 625 et, depuis la réforme de 2016, not. Y.-M. LAITHIER, « Quand peut-on invoquer la caducité du contrat ? », *Revue des contrats*, n^o 1, 2021, p. 161, étudiant à quelles conditions la caducité peut être invoquée pour perte d'intérêt, c'est-à-dire lorsque le contrat ne présente plus d'intérêt pour l'une des parties, et plus généralement, J. FLOUR, J.-L. AUBERT et E. SAVAUX, *Les obligations. L'acte juridique, op. cit.*, n^o 528, s'interrogeant sur la généralité de la caducité consacrée par la réforme.

533. La nullité du contrat informatisable. En droit positif, la nullité est avant tout une sanction du non-respect d'une condition de validité du contrat¹⁵⁹⁵, qui conduit à sa disparition rétroactive¹⁵⁹⁶. Elle bénéficie aujourd'hui d'un véritable régime, codifié aux articles 1178 à 1185 du code civil depuis la réforme de 2016. L'article 1178 décline les éléments essentiels du régime de la nullité : « Un contrat qui ne remplit pas les conditions requises pour sa validité est nul. La nullité doit être prononcée par le juge, à moins que les parties ne la constatent d'un commun accord »¹⁵⁹⁷. Le rôle du juge sera donc déterminant, sauf à trouver un rare accord entre les parties. Sans s'étendre sur le régime de la nullité à ce stade, il faut retenir son effet le plus important : « la nullité d'un contrat est sa mise à néant »¹⁵⁹⁸ c'est-à-dire que le contrat est censé n'avoir jamais existé et que tous ses effets doivent être effacés¹⁵⁹⁹.

Qu'en est-il pour le contrat informatisable ? Cette sanction pourra être demandée, soit par voie principale, soit par voie d'exception, par la partie victime du non-respect de la condition de validité, protégée par la nullité relative, ou, plus rarement, par la nullité absolue¹⁶⁰⁰ ; on peut songer au cas du contractant incapable qui demanderait la nullité de l'acte ou du contractant invoquant une absence de consentement du code informatique. Ce moyen pourrait être invoqué de façon autonome pour sortir du contrat informatisable ou encore comme moyen de défense, opposé à une demande d'exécution forcée du contrat. Il ne faudrait toutefois pas se voir opposer une confirmation¹⁶⁰¹, qui peut être tacite et résulter de l'exécution volontaire

¹⁵⁹⁵ C. GUELFUCCI-THIBIERGE, *Nullité, restitutions et responsabilité, op. cit.*, n° 353 : « la nullité consiste en une sanction juridique prononcée par le juge, manifestation de réaction de l'ordre juridique à la violation d'une règle de formation de l'acte, distincte de l'état de cet acte ». Ainsi, « la nullité, au sens substantiel, réside dans la sanction consistant en la disparition des effets juridiques de l'acte dans la mesure de la violation de la loi » ; le droit de critique n'est qu'un des moyens de mise en œuvre (n° 361). V. également, ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique, op. cit.*, V° « Nullité » : « 1 : sanction encourue par un acte juridique (...) entaché d'un vice de forme (inobservation d'une formalité requise) ou d'une irrégularité de fond (...) qui consiste dans l'anéantissement de l'acte (...) ».

¹⁵⁹⁶ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 695 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 531.

¹⁵⁹⁷ Article 1178 du code civil : « Un contrat qui ne remplit pas les conditions requises pour sa validité est nul. La nullité doit être prononcée par le juge, à moins que les parties ne la constatent d'un commun accord.

Le contrat annulé est censé n'avoir jamais existé.

Les prestations exécutées donnent lieu à restitution dans les conditions prévues aux articles 1352 à 1352-9.

Indépendamment de l'annulation du contrat, la partie lésée peut demander réparation du dommage subi dans les conditions du droit commun de la responsabilité extracontractuelle. »

¹⁵⁹⁸ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 398, p. 369.

¹⁵⁹⁹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 135 : la nullité « anéantit rétroactivement le contrat et le prive ainsi de toute efficacité ».

¹⁶⁰⁰ La distinction entre nullité relative et nullité absolue est désormais énoncée très clairement à l'article 1179 du code civil : « La nullité est absolue lorsque la règle violée a pour objet la sauvegarde de l'intérêt général.

Elle est relative lorsque la règle violée a pour seul objet la sauvegarde d'un intérêt privé. »

¹⁶⁰¹ Article 1182 du code civil : « La confirmation est l'acte par lequel celui qui pourrait se prévaloir de la nullité y renonce. Cet acte mentionne l'objet de l'obligation et le vice affectant le contrat.

La confirmation ne peut intervenir qu'après la conclusion du contrat.

L'exécution volontaire du contrat, en connaissance de la cause de nullité, vaut confirmation. En cas de violence, la confirmation ne peut intervenir qu'après que la violence a cessé.

La confirmation emporte renonciation aux moyens et exceptions qui pouvaient être opposés, sans préjudice néanmoins des droits des tiers. »

de l'acte – mais il faut pour cela que l'exécution ait eu lieu en connaissance de cause et que la confirmation ait lieu après la conclusion de l'acte¹⁶⁰². Or, pour le contrat informatisable, le mode d'exécution est scellé au jour de la conclusion, et l'on ne saurait donc y lire une confirmation d'une cause de nullité décelée ultérieurement. La voie de la confirmation est donc exclue, sauf à prouver que le contractant avait connaissance de la cause de nullité et la volonté de réparer ce vice lors de l'exécution du contrat informatisable¹⁶⁰³, ce qui paraît délicat.

Le but de l'action ou de l'exception de nullité est d'obtenir des restitutions si le contrat a déjà été exécuté, et en tout état de cause le neutraliser pour l'avenir. Il faut donc que le contractant victime recherche cet effet pour invoquer un tel moyen. À l'inverse, s'il cherche une réparation tout en maintenant le contrat, il faudra engager la responsabilité du contractant. La nullité demandée peut être totale – anéantissement de l'entier contrat informatisable – ou partielle, pour neutraliser seulement une clause, ce qui présente davantage de problèmes pour l'efficacité de la sanction¹⁶⁰⁴. Une partie pourrait enfin tenter d'invoquer l'inexistence du contrat, si son cocontractant l'assigne en exécution de ses obligations, en se fondant sur son absence de consentement. Mais le plus souvent, c'est la nullité du contrat qui sera prononcée par le juge, faute de reconnaître en droit positif une véritable autonomie à l'inexistence, plutôt conçue comme la conséquence de la nullité¹⁶⁰⁵.

534. La nullité partielle et la clause réputée non écrite¹⁶⁰⁶. Plusieurs mécanismes permettent d'écarter des clauses illicites d'un contrat, tout en maintenant celui-ci. D'une part, il peut s'agir d'une nullité partielle¹⁶⁰⁷ *stricto sensu*, qui doit être prononcée par le juge, qui décide de l'opportunité de maintenir ou non le reste du contrat. D'autre part, l'« éradication », c'est-à-dire la sanction des clauses réputées non écrites par le législateur voire par le juge¹⁶⁰⁸,

¹⁶⁰² V. sur le sujet, C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n^{os} 274-278. L'auteur explique que la confirmation n'affecte pas l'irrégularité de l'acte juridique mais opère seulement une renonciation au droit de critique (n^o 275). L'auteur précise que la confirmation n'est possible que lorsque la nullité encourue est relative (n^o 269).

¹⁶⁰³ En effet, « lorsqu'un plaideur veut démontrer la confirmation tacite d'un acte, il ne lui suffit pas en effet d'établir l'existence d'un acte de nature à fonder cette confirmation. Il lui faut encore démontrer qu'au moment de cette exécution, le contractant connaissait le vice et avait l'intention de le réparer. À défaut d'une telle connaissance du vice, l'exécution serait, en effet, dépourvue de signification » et une telle intention ne se présume pas : F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n^o 554.

¹⁶⁰⁴ V. *infra*, §541 s. sur l'efficacité de la sanction prononcée.

¹⁶⁰⁵ Sur l'inexistence et la sanction par la nullité du contrat, v. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n^o 534 ; C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n^o 751 s.

¹⁶⁰⁶ V. sur le sujet, S. GAUDEMET, *La clause réputée non écrite*, *Economica*, 2006 ; et aussi, C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n^o 818 s.

¹⁶⁰⁷ Article 1184 du code civil, alinéa 1^{er} : « Lorsque la cause de nullité n'affecte qu'une ou plusieurs clauses du contrat, elle n'emporte nullité de l'acte tout entier que si cette ou ces clauses ont constitué un élément déterminant de l'engagement des parties ou de l'une d'elles. » En principe, le juge décide alors de la nullité partielle ou totale, selon la portée de la clause. L'effet relève surtout de la politique juridique en réalité, car le maintien ou non du contrat dépendra de savoir si le contractant bénéficiaire de la clause peut être sanctionné (v. pour cette critique, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n^o 423).

¹⁶⁰⁸ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n^o 135.

permet de supprimer les seules clauses concernées¹⁶⁰⁹. Dans ce second cas, le contrat est maintenu en tout état de cause. Seule la clause illicite tombe, et le juge ne fait que constater que la clause est non écrite¹⁶¹⁰ : il constate un état de droit dans un jugement déclaratif¹⁶¹¹. Ce sera notamment le cas chaque fois qu'une clause se révèle non conforme au regard du droit de la consommation ou des articles 1170 et 1171 du code civil¹⁶¹². Il faut enfin nommer une troisième voie, fréquemment mise en œuvre par les juges¹⁶¹³. Il s'agit de la réduction du quantum excessif de la clause concernée¹⁶¹⁴, qui permet de maintenir le contrat en le rendant plus juste et sans véritablement supprimer de clause.

Pour le contrat informatisable, il s'agirait donc de neutraliser une clause isolée du contrat. De deux choses l'une : soit il s'agit d'une clause non informatisable, contenue dans la version en langage naturel, et les solutions classiques doivent s'appliquer ; soit il s'agit d'une clause informatisable rédigée en langage informatique et il sera particulièrement difficile de la neutraliser ou de la réduire alors que le contrat informatisable est immuable et produit ses effets sans pouvoir en principe être arrêté¹⁶¹⁵. Alors même que l'éradication produit en principe ses effets automatiquement, la clause sera exécutée malgré tout et c'est en réalité au stade des restitutions que la solution devra être trouvée. Il en est de même pour une demande de réduction de la clause.

Ces sanctions seront généralement demandées par la partie lésée après exécution du contrat informatisable, témoignant une fois de plus du basculement du contentieux *ex ante* vers le contentieux *ex post*. Face à la rigidité du smart contract et à l'irrésistibilité de son exécution, le droit des contrats est contraint de s'appliquer une fois l'exécution passée et la fonction de

¹⁶⁰⁹ Pour S. Gaudemet, le réputé non écrit est un mode autonome de sauvetage du contrat (nos 89 s.), qui se distingue tant de l'inopposabilité et de la conversion par réduction (n° 94) que de la nullité partielle, même si la distinction est ici plus délicate (n° 96) : l'auteur rappelle que la doctrine majoritaire voit dans le procédé du réputé non écrit une sorte de nullité partielle. Pourtant, la distinction doit s'imposer : « tandis que la nullité est aujourd'hui en droit français une sanction judiciaire, qui n'existe que par son prononcé en justice, la sanction du réputé non écrit opère d'elle-même, de plein droit, sans par conséquent qu'il soit nécessaire de saisir le juge » (S. GAUDEMET, *La clause réputée non écrite*, *op. cit.*, n° 98).

¹⁶¹⁰ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 135. V. aussi S. GAUDEMET, *La clause réputée non écrite*, *op. cit.*, n° 147 s., sur le régime autonome de cette sanction devant le juge.

¹⁶¹¹ S. GAUDEMET, *La clause réputée non écrite*, *op. cit.*, n° 149 s. L'auteur précise que le rôle du juge « est limité au constat de l'absence de valeur obligatoire de la disposition », c'est-à-dire d'un état de droit existant (n° 165). En réalité, la clause litigieuse « est privée de sa valeur contraignante dès la conclusion du contrat » (*Id.*).

¹⁶¹² V. *supra*, §527.

¹⁶¹³ Cette sanction ne trouve en effet pas de siège textuel, même avec la réforme de 2016 : l'article 1184 sur la nullité partielle ne permet pas d'accueillir une telle sanction. V. en ce sens, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 388 : « Quid de la réduction de la durée d'un engagement, du montant d'une somme, de la durée d'une prescription conventionnelle, d'un engagement d'exclusivité, etc., pour lesquels, à chaque fois, on voit très bien que l'invalidation partielle ne consiste pas en l'invalidation d'une « clause » ? Le texte ne nous semble d'aucun secours pour répondre à cette question, car il n'a nullement pour but d'autoriser ni de régir une telle sanction ».

¹⁶¹⁴ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 574 ; P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 424.

¹⁶¹⁵ Le juge n'a en effet pas de pouvoir pour empêcher l'exécution du smart contract. Toutefois, sur l'éventualité d'une injonction faite aux parties de déclencher la fonction d'arrêt du smart contract, v. *infra*, §542-543.

prévention du droit des contrats s'en trouve réduite. Les contrats informatibles conduisent à accentuer ce phénomène d'un contentieux né après l'exécution du contrat, qu'il est déjà possible d'observer avec l'ensemble des services contractés et payés en ligne¹⁶¹⁶.

535. La caducité du contrat informatible. La caducité est aujourd'hui clairement identifiée comme la deuxième principale sanction de la formation du contrat, après la nullité, et a été codifiée aux articles 1186 et 1187 du code civil lors de la réforme de 2016. Le premier de ces articles énonce qu'« un contrat valablement formé devient caduc si l'un de ses éléments essentiels disparaît ». Autrement dit, « la caducité frappe un acte régulièrement formé mais qui perd, postérieurement à sa conclusion, un élément essentiel à sa validité, ayant trait au contenu du contrat, ou un élément nécessaire à sa perfection, du fait de la survenance d'un événement indépendant de la volonté des parties ou dans la dépendance partielle de leur volonté »¹⁶¹⁷. De même que la nullité, elle rend l'acte inefficace – en principe, seulement pour l'avenir¹⁶¹⁸. Le plus souvent, la caducité est liée à la disparition d'un élément du contenu du contrat¹⁶¹⁹. Tout l'enjeu est de déterminer ce qu'est un élément *essentiel* du contrat – le débat portant sur le point de savoir si peut être atteint de caducité un contrat dont le but ou l'intérêt a disparu, ou encore dont la contrepartie est devenue illusoire ou dérisoire¹⁶²⁰.

Pour le contrat informatible, il faudra réussir à montrer que le contrat était valable lors de sa formation mais qu'il est devenu caduc, en raison de la disparition de l'un de ses éléments essentiels ou de la non réalisation d'une condition ou autre élément de perfection. On peut imaginer une prestation devenue impossible ou illicite, la disparition de l'objet de la

¹⁶¹⁶ V. *infra*, §671.

¹⁶¹⁷ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 135. V. également, R. CHAABAN, *La caducité des actes juridiques, op. cit.*, qui distingue deux cas généraux de caducité : pour disparition d'un élément permanent de validité et pour non-survenance d'un élément ponctuel de validité de l'acte juridique à formation progressive. Cela conduit l'auteur à définir la caducité comme « une inefficacité provenant d'un événement non fautif, postérieur à la formation de l'acte juridique » (p. 327). L'idée est que la caducité « correspond toujours à un vice situé après la formation du contrat ».

¹⁶¹⁸ Selon l'article 1187 du code civil, « la caducité met fin au contrat ». Dès lors que la caducité « met fin à un acte qui était valable lors de sa formation », elle n'a en principe « d'effet qu'à compter de la disparition de l'élément qui la provoque » (P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 400). V. également, mais limitant la non-rétroactivité de la caducité aux seuls actes juridiques à formation progressive, R. CHAABAN, *La caducité des actes juridiques, op. cit.* (spéc. n°s 374 s.) et *infra*, sur l'éventuelle rétroactivité de la caducité, §547.

¹⁶¹⁹ V. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 592, expliquant qu'il y aura rarement une disparition du consentement ou la survenance d'une incapacité, tandis que le décès n'entraînera la caducité que pour un contrat conclu *intuitus personae*. V. dans le même sens, identifiant comme cas de caducité pour disparition d'un élément permanent de validité, la disparition de l'objet ou de ses qualités et la disparition de la cause, R. CHAABAN, *La caducité des actes juridiques, op. cit.*, spéc. n°s 38 s. et 116 s.

¹⁶²⁰ V. sur le sujet, refusant d'admettre une caducité dans ces cas afin de respecter la sécurité des transactions, J. FLOUR, J.-L. AUBERT et E. SAVAUX, *Les obligations. L'acte juridique, op. cit.*, n° 528. V. en faveur d'une caducité pour disparition de la « cause », c'est-à-dire, aujourd'hui, en cas de disparition dans de la contrepartie dans les actes onéreux ou des motifs dans les actes gratuits, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 592 ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 396-397. Ces derniers auteurs soulignent toutefois les dangers de la généralité de l'article 1186 alinéa 1^{er}, en écho avec les dérives liées à la subjectivisation de la cause (p. 398-399).

prestation... tout sera ici question de circonstances et de preuve. Si l'hypothèse semble rare, on peut toutefois songer à un contrat informatisable où l'une des prestations consiste à verser une somme libellée en une cryptomonnaie, qui a depuis disparu¹⁶²¹, ou encore à transférer des jetons numériques, qui ne sont finalement jamais émis. Dans ce cas, une caducité pourrait être invoquée, et les éventuelles restitutions opérées. L'opportunité du recours à cette sanction n'apparaît en réalité qu'en cas de litige quant à l'exécution d'une obligation ; car le plus souvent, si le contrat informatisable est atteint d'une cause de caducité telle que la disparition de l'objet ou l'impossibilité de la prestation informatisable, son smart contract se trouvera dans une situation de blocage et la sanction ne modifiera pas la situation et n'apportera pas de satisfaction, si ce n'est le prononcé de la caducité. Le rôle du juge peut en effet se révéler essentiel pour le prononcé de la sanction, lequel est indispensable pour lui donner un effet.

B. Le rôle du juge dans le prononcé de la sanction

536. Prononcé ou constat de la sanction. Sans prononcé de la nullité par un juge (ou accord des parties), le contrat peut toujours produire ses pleins effets et la nullité peut être écartée par divers mécanismes, tels que la confirmation ou la prescription¹⁶²². La nullité suppose un acte d'annulation¹⁶²³. De même, la caducité doit être prononcée pour conduire à l'anéantissement du contrat¹⁶²⁴. C'est encore le cas de la réduction d'un quantum excessif d'une clause, qui ne peut être prononcée que par le juge. Son rôle est essentiel pour rendre réelles ces sanctions.

Par ailleurs, l'éradication d'une clause réputée non écrite est supposée produire son effet automatiquement... mais en pratique, il faudra la saisine d'un juge pour constater cet état si les parties ne s'y soumettent pas volontairement¹⁶²⁵, et ainsi condamner la partie récalcitrante

¹⁶²¹ Ou qui aurait tant chuté que sa valeur serait devenue dérisoire ? Toutefois, la contrepartie existera encore pour le même montant en cryptomonnaie, empêchant selon nous d'invoquer la caducité. Il ne faudrait pas confondre la caducité pour disparition d'un élément essentiel avec la caducité du fait d'un moindre profit... (v. en ce sens, Y.-M. LAITHIER, « Quand peut-on invoquer la caducité du contrat ? », *op. cit.*). En réalité, il faudrait, en cas de contentieux, véritablement caractériser la *disparition* d'un *élément essentiel*, ici la contrepartie : si elle est très faible, elle n'est pas pour autant disparue – l'appréciation *in concreto* par le juge permettra de résoudre la question si elle lui est soumise.

¹⁶²² V. *supra*, §530.

¹⁶²³ C. GUELFUCCI-THIBIERGE, *Nullité, restitutions et responsabilité*, *op. cit.*, n° 352 s. ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 365.

¹⁶²⁴ R. CHAABAN, *La caducité des actes juridiques*, *op. cit.*, n° 509, soulignant « le caractère fondamentalement judiciaire de la caducité ». L'auteur rejette l'affirmation du caractère automatique de la caducité (n°s 516 s.), défendant au contraire l'intervention active du juge pour prononcer la caducité, tant en cas de disparition d'un élément permanent de validité, où l'intervention du juge relève essentiellement du constat de la caducité (n°s 534-535), qu'en cas de non-survenance d'un élément ponctuel de validité, où le juge décide qu'un acte est caduc après un délai raisonnable (n°s 537 s.). Ainsi, selon l'auteur, le jugement de caducité est déclaratif, la caducité n'étant pas automatique, mais judiciaire et de droit (n° 531).

¹⁶²⁵ V. en ce sens, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 135.

à exécuter le contrat purgé de la clause illicite, voire à effectuer les restitutions qui s'imposent si l'exécution a déjà eu lieu. L'idée est la même pour une éventuelle inexistence du contrat¹⁶²⁶, et d'autant plus pour le contrat informatisable : la partie qui évoque l'inexistence de son contrat n'aura d'autre choix que de le faire devant le juge au cours ou à l'issue de l'exécution du contrat informatisable. Le rôle du juge est donc central pour donner corps à la sanction que le contractant voudra invoquer à son bénéfice, bien qu'elle existe en principe de façon autonome.

537. Le soulevé d'office. Le juge peut également soulever d'office certaines nullités, alors même que la partie ne l'aurait pas invoquée. C'est notamment le cas en droit de la consommation, où le juge a d'une part la faculté de soulever d'office toute violation d'une règle du code de la consommation et d'autre part, l'obligation de soulever d'office et d'écarter la clause dont le caractère abusif a été démontré¹⁶²⁷. Dans les autres matières, le juge a toujours cette faculté, à condition de respecter le principe du contradictoire et de se fonder sur des faits présents dans le débat¹⁶²⁸. Si un contentieux est soulevé devant le juge au sujet d'un contrat informatisable, le juge pourra donc choisir de soulever d'office une nullité si les parties ne l'ont pas fait – ce qui pourra plus probablement se produire dans des contrats passés entre un professionnel et un consommateur, à l'égard desquels les juges sont particulièrement vigilants.

538. Les difficultés propres aux contrats informatisables. Le contentieux propre aux contrats informatisables présente les difficultés déjà soulevées, qu'il s'agisse de la preuve même du contrat¹⁶²⁹ ou surtout de l'identification des parties¹⁶³⁰. En effet, deux situations peuvent se présenter. Soit les parties ont conclu le contrat dans le respect du pseudonymat propre à la blockchain, et à moins d'obtenir la levée du pseudonymat, le contentieux sera impossible faute de pouvoir assigner le cocontractant¹⁶³¹. Soit le pseudonymat est levé ou les parties ont directement contracté en dévoilant leur identité, ce qui sera le plus souvent le cas pour un contrat

¹⁶²⁶ V. *Ibid.*, n° 534 : « dès lors qu'il y a une apparence de contrat et que l'une des parties entend s'en tenir à celle-ci pour en demander l'exécution, l'autre partie n'a d'autre ressource que de saisir le tribunal afin de rétablir la réalité, c'est-à-dire de constater que le contrat est nul ».

¹⁶²⁷ Article R. 632-1 du code de la consommation : « Le juge peut relever d'office toutes les dispositions du présent code dans les litiges nés de son application.

Il écarte d'office, après avoir recueilli les observations des parties, l'application d'une clause dont le caractère abusif ressort des éléments du débat. »

¹⁶²⁸ Selon les articles 12 et 7 du code de procédure civile. V. sur le sujet, C. FRANÇOIS, *L'acte juridique irrégulier efficace*, *op. cit.*, n° 277 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 535.

¹⁶²⁹ V. *supra*, §468 et s. Il faut rappeler toutefois que la preuve de l'existence même du contrat ne posera de problème que si une partie refuse de reconnaître qu'elle l'a signé. Si l'existence n'est pas contestée, l'objet de la preuve portera directement sur le respect des conditions de validité du contrat informatisable.

¹⁶³⁰ Pour plus de développements sur les spécificités du contentieux, v. *infra*, §677 s.

¹⁶³¹ Un véritable problème d'accès au juge est révélé dans les purs smart contracts (pour de plus amples développements à ce sujet, v. *infra* §679-680) et ne peut être résolu que par la levée du pseudonymat des parties (sur la possibilité technique, v. *supra*, §188).

hybride¹⁶³² : dans ce cas, l'assignation sera possible. Enfin, lorsque la partie opposant la nullité (par voie d'action ou d'exception), le caractère non écrit d'une clause, voire la caducité du contrat informatisable, voudra prouver l'invalidité du contrat ou de la clause concernée ou la disparition d'un élément essentiel, des questions d'interprétation du contrat pourront se poser¹⁶³³. Le juge devra en effet déterminer la signification et la portée de chaque clause pour pouvoir décider si la sanction invoquée est fondée.

539. Le cas particulier de la caducité en présence de contrats indivisibles ou interdépendants. L'alinéa 2 de l'article 1186 du code civil précise que la caducité est la sanction applicable en présence de contrats indivisibles ou interdépendants¹⁶³⁴, c'est-à-dire participant à une même opération économique¹⁶³⁵, entérinant ainsi une solution jurisprudentielle acquise¹⁶³⁶. Ainsi, si l'un des contrats d'un ensemble contractuel indivisible est annulé ou résolu, sa disparition entraîne la caducité du contrat qui lui est lié lorsque son exécution est rendue impossible. Cette solution devra être transposée aux contrats informatisables. Le prononcé de la caducité du contrat informatisable lié à un premier contrat informatisable annulé ou résolu ne pose pas de problème théorique. Il faudra en revanche veiller à en permettre l'efficacité informatique¹⁶³⁷.

540. Le prononcé de la sanction par le juge et ses conséquences. Une fois la preuve rapportée et la conviction du juge emportée, il faut, comme dans un contentieux classique, que le juge prononce ou constate les sanctions et que le jugement soit doté de la force de chose jugée afin d'acquiescer la force exécutoire – ou que l'exécution provisoire soit ordonnée¹⁶³⁸. Ainsi, le contrat ou la clause litigieuse ne peut plus produire d'effet. Si les effets ont déjà été produits, les parties devront procéder à des restitutions. Comment passer de la théorie à la

¹⁶³² Sur le choix de révéler l'identité notamment dans les relations commerciales et consoméristes, v. *supra*, §529.

¹⁶³³ Sur la question de l'interprétation du pur smart contract ou des différentes versions du contrat hybride, v. *infra*, §601 s.

¹⁶³⁴ Article 1186, alinéa 2 du code civil : « Lorsque l'exécution de plusieurs contrats est nécessaire à la réalisation d'une même opération et que l'un d'eux disparaît, sont caducs les contrats dont l'exécution est rendue impossible par cette disparition et ceux pour lesquels l'exécution du contrat disparu était une condition déterminante du consentement d'une partie ».

¹⁶³⁵ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 593.

¹⁶³⁶ V. sur le sujet, S. BROS, « L'interdépendance contractuelle, la Cour de cassation et la réforme du droit des contrats », *D.*, 2016, p. 29, rappelant les évolutions de la jurisprudence en la matière, juste avant la réforme du droit des contrats.

¹⁶³⁷ V. *infra*, §541 s.

¹⁶³⁸ Article 500 du code de procédure civile : « A force de chose jugée le jugement qui n'est susceptible d'aucun recours suspensif d'exécution.

Le jugement susceptible d'un tel recours acquiert la même force à l'expiration du délai du recours si ce dernier n'a pas été exercé dans le délai. »

Article 501 du code de procédure civile : « Le jugement est exécutoire, sous les conditions qui suivent, à partir du moment où il passe en force de chose jugée à moins que le débiteur ne bénéficie d'un délai de grâce ou le créancier de l'exécution provisoire ».

pratique, en matière de contrats informatibles ? Le contrat informatible déployé sur une blockchain et dont les conditions sont remplies s'exécute de façon autonome et automatique. Son exécution totale est irrésistible. Comment arrêter le smart contract ? Comment l'empêcher de s'exécuter partiellement ? Comment procéder à des restitutions le cas échéant ? C'est toute la question de l'efficacité des sanctions prononcées qui se pose face à l'immutabilité de la blockchain et à l'exécution automatique. À défaut de permettre des adaptations pour contourner ces obstacles, les contrats informatibles risquent de former des îlots contractuels autonomes, échappant à l'efficacité du droit, ce qu'il faut éviter.

II. *L'efficacité des sanctions*

541. La neutralisation des effets du contrat sanctionné. La sanction a été prononcée par le juge. En pratique, comment s'assurer que les effets du contrat seront neutralisés¹⁶³⁹ ? Qu'il s'agisse d'une clause, d'une partie du contrat ou de sa totalité, c'est le plus souvent vers l'anéantissement que tend la sanction. Si le contrat informatible n'a pas encore produit ses effets, le juge devra assortir la sanction d'une mesure permettant d'en neutraliser les effets pour l'avenir, ce qui présente des difficultés surtout d'ordre pratique (A). Si en revanche des effets se sont déjà produits, ce qui sera souvent le cas pour les contrats informatibles, des restitutions devraient en principe s'imposer, puisque l'anéantissement a le plus souvent une portée rétroactive (B).

A. L'efficacité de la sanction du contrat informatible non encore exécuté

542. Priver d'effets pour l'avenir le contrat ou la clause sanctionnée. En théorie, le contrat annulé ou caduc ou la clause réputée non écrite ne produit plus d'effets pour l'avenir. Toutes les sanctions prononcées en cas de violation d'une condition de validité mettent fin à l'acte pour l'avenir¹⁶⁴⁰ : la clause ou le contrat vicié et sanctionné ne peut plus produire d'effet juridique. L'enjeu ici n'est plus théorique, puisque l'on se place dans l'hypothèse où la sanction

¹⁶³⁹ Cette question concerne bien évidemment tous les contrats classiques, mais se trouve accentuée pour les contrats informatibles où il existe une quasi-certitude d'exécution. V. pour les contrats classiques, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 569 : « Si la décision du juge peut priver instantanément l'acte vicié d'efficacité juridique, elle ne peut en revanche aussi facilement effacer la situation de fait qui résulte de l'annulation ».

¹⁶⁴⁰ V. *supra* §533 s. et les articles 1178 et 1186 du code civil pour la nullité et pour la caducité. Il en est de même par une lecture *a contrario* de l'article 1184 alinéa 2 du code civil pour la clause réputée non écrite : « le contrat est maintenu lorsque la loi réputé la clause non écrite » car la clause non écrite à l'inverse ne produit plus d'effet et est censée n'avoir jamais existé.

a bel et bien été prononcée par le juge. La clause est abusive, le contractant était frappé d'incapacité, la prestation était illicite, l'objet a disparu... tant de cas de violation d'une condition de validité, ou de disparition ultérieure d'une de ces conditions, ouvrant la possibilité de demander la nullité ou la caducité du contrat ou l'éradication d'une clause.

Face à ce contrat ou cette clause anéantie, au moins pour l'avenir, il faut empêcher les effets à venir de se produire. Une course s'engage pour que la situation de fait rejoigne la situation juridique et pour éviter que des effets se produisent et engendrent des restitutions¹⁶⁴¹.

543. L'impossibilité pratique d'arrêter le contrat informatisable. En pratique, le smart contract est programmé pour s'exécuter de façon irrésistible et indépendamment de tout évènement, puisque la blockchain où il est déployé est imperméable au monde extérieur et immuable, empêchant des modifications directes du smart contract déployé¹⁶⁴². Le prononcé de la sanction par un juge n'a aucune incidence sur le cours du smart contract : toutes les actions programmées pour s'exécuter automatiquement suivront le cours du code qui les commande. Il y a donc impossibilité pratique de neutraliser les effets prévus pour l'avenir puisque le smart contract doit s'exécuter, si les conditions en sont remplies. Le juge aura beau, à la demande d'une partie, formuler une injonction aux parties d'arrêter le cours du smart contract, si rien n'a été prévu, le smart contract s'exécutera malgré tout – telle est l'expression de son autonomie.

544. Anticiper la sanction. Il apparaît indispensable de prendre en compte précisément cette caractéristique de déterminisme de l'exécution du code informatique et de prévoir un tel scénario d'anéantissement pour l'avenir. Il revient aux parties d'anticiper la sanction de la nullité, de la caducité ou du réputé non écrit en insérant dans le code informatique une fonction « *stop* » ou une fonction « *selfdestruct* », que l'on peut nommer fonction d'arrêt et fonction de révocation. Ces fonctions sont très courantes dans les smart contracts utilisés en pratique¹⁶⁴³. Si

¹⁶⁴¹ V. *infra*, sur la situation où le contrat ou la clause a déjà produit ses effets, §547 s.

¹⁶⁴² Pour rappel, v. *supra*, §80 et §189 s., sur l'immutabilité de la blockchain et §202 s., sur son imperméabilité au monde extérieur.

¹⁶⁴³ La fonction « *stop* » ou « *pause* » permet un arrêt temporaire tandis que la fonction « *selfdestruct* » met définitivement fin au smart contract et renvoie les fonds à l'adresse indiquée avec l'action « *return to sender* » (v. la documentation du langage solidity qui explique cette fonction d'auto-destruction (<https://docs.soliditylang.org/en/v0.8.16/cheatsheet.html>) : « *selfdestruct(adress payable recipient) : destroy the current contract, sending its funds to the given adress* » et pour des explications poussées sur le sujet, J. CHEN *et al.*, « Why Do Smart Contracts Self-Destruct? Investigating the Selfdestruct Function on Ethereum », *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, vol. 31, n° 2, 30 avril 2022, p. 1-37). La fonction « *stop* » est notamment proposée dans les smart contracts de la plateforme Openlaw pour permettre aux parties d'arrêter l'exécution du smart contract. V. sur le sujet, OPENLAW, « Controlling Autonomy: A New Tool to Stop Smart Contracts Once Executed », sur *Medium*, 8 août 2018 (en ligne : <https://media.consensys.net/controlling-autonomy-a-new-tool-to-stop-smart-contracts-once-executed-bc9de699bca0>).

le smart contract contient la possibilité d'arrêter son exécution voire de s'« autodétruire »¹⁶⁴⁴, alors les effets du contrat informatisable pour l'avenir pourront être neutralisés. Ainsi, l'insertion dans le code du contrat informatisable de la possibilité de l'arrêter permettrait de respecter les effets juridiques de la sanction prononcée.

Il restera à déterminer les personnes susceptibles d'actionner une telle fonction. En ne permettant qu'à un oracle désigné à l'avance ou aux deux parties conjointement de rentrer les clés cryptographiques nécessaires au déclenchement de la fonction, il serait possible de sécuriser la mise en œuvre pratique de la sanction prononcée quant aux effets à venir de l'acte sanctionné¹⁶⁴⁵. Dans cette hypothèse, la neutralisation informatique des effets du contrat assurera une vraie efficacité de la sanction prononcée : l'entier instrument d'exécution du contrat étant neutralisé, le contrat ne risque pas de produire des effets qui n'auraient pas dû survenir du fait de l'anéantissement juridique de celui-ci.

545. L'application aux ensembles informatisables indivisibles. La règle de caducité en présence de contrats indivisibles dont l'un est amené à disparaître trouvera facilement à s'appliquer dans les contrats informatisables, sans programmation particulière. En effet, si un ensemble contractuel informatisable indivisible est programmé, l'exécution d'un premier smart contract sera érigé en condition de l'exécution du second smart contract. Si le premier est neutralisé en raison de l'application d'une sanction prononcée par le juge, par exemple en déclenchant la fonction « *selfdestruct* », le second ne pourra pas s'exécuter, faute de satisfaction de la condition. Pour plus de précaution, les parties peuvent aussi prévoir que le déclenchement de la fonction « *selfdestruct* » dans le premier smart contract entraînera le déclenchement d'une même fonction dans le second, afin véritablement entraîner sa caducité et procéder au retour des fonds mobilisés dans le smart contract, en évitant toute solution de blocage.

546. La difficile application pratique à la nullité partielle ou à l'éradication d'une clause isolée. Il apparaît en revanche compliqué de prévoir la programmation informatique de la nullité partielle de seulement certaines clauses du contrat, c'est-à-dire d'anticiper qu'une seule fonction informatique du smart contract puisse être neutralisée. Il faudrait qu'une fonction soit programmée précisément pour atteindre la clause en question. Cela signifie que le rédacteur

¹⁶⁴⁴ Plus exactement, la fonction met à jour le statut du smart contract : il ne sera plus possible d'interagir avec ce smart contract, de lui envoyer de nouvelles informations ou instructions (<https://ethereum-blockchain-developer.com/022-pausing-destroying-smart-contracts/04-destroy-smart-contracts/>).

¹⁶⁴⁵ Il faut éviter qu'une partie puisse seule déclencher une fonction « *selfdestruct* » ou « *stop* », car cela lui donnerait un pouvoir discrétionnaire trop important et une toute puissance sur le smart contract – ce que cherche précisément à éviter l'instrument ! V. ainsi ce que propose Openlaw.io, qui insère la fonction d'arrêt actionnable seulement par les parties signataires du contrat (OPENLAW, « Controlling Autonomy: A New Tool to Stop Smart Contracts Once Executed », *op. cit.*).

du smart contract aurait entrevu la possibilité que la clause concernée ne soit pas tout à fait conforme aux lois en vigueur... mais aurait prévu une fonction permettant d'être conforme en cas de sanction. On imagine mal un tel scénario d'éventuelle autocorrection anticipée, qui relèverait d'un raisonnement particulièrement malhonnête lors de la rédaction du smart contract.

Il serait peut-être possible de prévoir une fonction permettant de neutraliser n'importe quelle clause du contrat : mais le risque d'une fonction si large et si flexible est d'ouvrir la porte aux abus¹⁶⁴⁶. Il apparaît à ce stade difficile d'anticiper la nullité partielle d'un contrat informatisable, sauf à encadrer très précisément cette fonction, et surtout vérifier qu'elle n'a pas pour effet d'enrayer l'exécution du smart contract.

En définitive, si la sanction prononcée par le juge ou constatée par lui ne concerne qu'une clause informatisable¹⁶⁴⁷, il sera difficile de lui conférer une efficacité informatique. Il semble que seul l'arrêt total du smart contract puisse être proposé et le risque est que la clause s'exécute malgré tout. Une solution serait d'envisager une injonction faite aux parties de déployer un smart contract ayant pour objet de neutraliser la clause informatisable viciée.

Mais le plus souvent, la sanction arrivera alors que la clause ou le contrat a déjà produit ses effets.

B. La sanction du contrat informatisable déjà exécuté

547. La rétroactivité et les sanctions des conditions de validité. La nullité conduit à la disparition rétroactive du contrat, son anéantissement rétroactif. Plus précisément, elle a pour effet « la disparition des effets juridiques de l'acte dans la mesure de la violation de la loi »¹⁶⁴⁸. La rétroactivité de la sanction est au cœur de son fonctionnement et l'article 1178 du code civil l'exprime désormais en son deuxième alinéa : « Le contrat annulé est censé n'avoir jamais existé » et entraîne ainsi des restitutions suivant le troisième alinéa de ce texte. Le mécanisme de la rétroactivité est indispensable pour faire disparaître les effets du contrat annulé.

La rétroactivité semble devoir s'imposer également pour l'éradication d'une clause en raison de son caractère réputé non écrit. Que l'on analyse le processus de réputé non écrit comme une nullité partielle ou comme une sanction autonome, dans l'un et l'autre cas la clause

¹⁶⁴⁶ Il s'agirait alors d'un accès « administrateur » ou « *god mode* », accès modificatif que s'octroie le créateur du smart contract et particulièrement dangereux pour son cocontractant (v. *infra*, note 1835).

¹⁶⁴⁷ En revanche, si la clause n'est pas informatisable et n'a pas d'effet traduit en langage informatique, sa neutralisation sera possible conformément aux solutions classiques.

¹⁶⁴⁸ C. GUELFUCCI-THIBIERGE, *Nullité, restitutions et responsabilité*, *op. cit.*, n° 361.

doit être regardée comme dépourvue de valeur contraignante dès la conclusion du contrat¹⁶⁴⁹ et ne saurait conserver les effets déjà produits¹⁶⁵⁰.

La rétroactivité ne se retrouve en revanche pas en principe pour les autres sanctions des conditions de validité. Ainsi la caducité, sanction de la disparition ultérieure d'une des conditions de validité d'un contrat jusque-là valable, entraîne la disparition de l'acte seulement pour l'avenir¹⁶⁵¹. L'article 1187 du code civil¹⁶⁵² a d'ailleurs consacré cette non-rétroactivité de principe, en énonçant simplement que « la caducité met fin au contrat ». Il faut cependant souligner que le deuxième alinéa de cet article donne la possibilité de procéder à des restitutions et ainsi d'aménager une certaine rétroactivité de la sanction¹⁶⁵³.

Dans tous les cas où la rétroactivité est de mise, le droit recourt à la fiction de l'inexistence, dont on verra si elle est applicable aux contrats informatibles (1), afin de permettre d'opérer les restitutions qui s'imposent (2).

1) La fiction de l'inexistence appliquée aux contrats informatibles

548. La fiction de l'inexistence. Que signifie la disparition rétroactive d'un contrat, ou d'une de ses clauses en cas de nullité partielle ? L'article 1178 du code civil utilise une fiction en disposant que « le contrat annulé est censé n'avoir jamais existé » : c'est la fiction de l'inexistence du contrat *ab initio*. La fiction consiste en droit à « faire comme si », à supposer un fait contraire à la réalité afin de lui donner des effets juridiques¹⁶⁵⁴.

L'inexistence rétroactive du contrat annulé (ou de la clause annulée) est donc seulement une fiction posée par le droit, la supposition d'un fait contraire à la réalité, pour lui

¹⁶⁴⁹ S. GAUDEMET, *La clause réputée non écrite*, *op. cit.*, n° 165.

¹⁶⁵⁰ Pour S. Gaudemet, la solution transparaît d'ailleurs en cas de contentieux, le jugement de constat de réputé non écrit n'étant que déclaratif : la clause n'aurait donc jamais dû produire ses effets (*Id.*). *Contra*, affirmant que la clause réputée non écrite doit conserver ses effets produits dans le passé, la décision du juge ne valant que pour l'avenir, D. HOUTCIEFF, *Droit des contrats*, *op. cit.*, nos 592-8 et 592-12.

¹⁶⁵¹ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 749 ; v. aussi ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Caducité » : « Sort qui frappe l'acte caduc ; état de non-valeur auquel se trouve réduit un acte initialement valable du fait que l'un de ses éléments essentiels disparaît ou que la condition à laquelle était suspendue sa pleine efficacité vient à manquer par l'effet d'un événement postérieur (...) ».

¹⁶⁵² Article 1187 du code civil : « La caducité met fin au contrat.

Elle peut donner lieu à restitution dans les conditions prévues aux articles 1352 à 1352-9 ».

¹⁶⁵³ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 594. V. d'ailleurs, prônant la rétroactivité de la caducité des actes juridiques à formation immédiate, R. CHAABAN, *La caducité des actes juridiques*, *op. cit.*, n° 428 s. : « Dans l'hypothèse des actes juridiques instantanément formés, la caducité procède de la disparition d'un élément essentiel et emporte anéantissement rétroactif de l'acte qu'elle affecte » (n° 428).

¹⁶⁵⁴ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Fiction » : « Artifice de technique juridique (en principe réservé au législateur souverain), « mensonge de la loi » (et bienfait de celle-ci) consistant à « faire comme si », à supposer un fait contraire à la réalité, en vue de produire un effet de droit ».

faire produire des effets de droit. Ici, on suppose que le contrat n'a jamais existé (fait contraire à la réalité), pour permettre d'en supprimer les effets à venir et d'opérer des restitutions nécessaires en cas d'effets déjà produits (effets juridiques permis par la fiction). Cette fiction s'oppose au maintien de l'*instrumentum* du contrat annulé, qui empêche cette disparition totale et matérielle de l'acte signé par les contractants. La fiction de l'inexistence, on le voit, s'impose surtout pour les actes juridiques qui ont pris corps dans un *instrumentum* écrit – en cas de contrat verbal annulé, les parties n'auront de toute façon pas de rémanence de son existence passée.

Cette réalité de l'existence persistante de l'*instrumentum* d'un acte annulé est d'autant plus vraie depuis que le contrat est de plus en plus conclu sous forme électronique. En effet, le numérique favorise la conservation de l'*instrumentum* et évite de le perdre ou le détruire accidentellement, même si une mauvaise manipulation informatique n'est jamais à exclure. On peut avoir l'impression que plus l'*instrumentum* de l'acte a vocation à durer et à être conservé, plus le recours à la fiction de l'inexistence rétroactive, au « réputé n'avoir jamais existé » est nécessaire puisque les parties ne peuvent pas simplement déchirer un document papier ou supprimer une version électronique pour anéantir rétroactivement l'acte. En un sens, le numérique donne ici une nouvelle épaisseur au contrat – encore intensifiée lorsqu'il est enregistré dans une blockchain immuable.

549. Le paradoxe de l'immutabilité du contrat informatisable annulé. À première vue, l'immutabilité du contrat informatisable enregistré dans un bloc d'une blockchain paraît s'opposer à sa disparition rétroactive en cas d'annulation totale ou partielle de ce contrat par le juge. En effet, aucune manipulation ne peut faire disparaître son *instrumentum*, enregistré de façon indélébile et immuable sous forme de smart contract dans la blockchain choisie. Les inscriptions de la blockchain ne peuvent tout simplement pas être effacées¹⁶⁵⁵. Il y aurait alors une impossibilité à faire concorder cet enregistrement immuable avec l'anéantissement rétroactif du contrat résultant de sa nullité prononcée par le juge.

Toutefois, le recours à la fiction de l'inexistence permet de sortir de cette impasse. Le contrat annulé étant réputé n'avoir jamais existé, l'ordre juridique fera « comme si » les parties n'avaient jamais formé cet accord, quand bien même sa trace restera visible par tous sur la blockchain. La fiction juridique vient au secours de l'immutabilité pratique de la blockchain et du contrat informatisable qui y est déployé. La tendance observée précédemment se confirme : plus le support du contrat est inscrit dans le marbre – numérique – plus le recours à la fiction de l'inexistence rétroactive est nécessaire pour permettre l'efficacité de la sanction prononcée.

¹⁶⁵⁵ V. *supra*, §194.

550. De la fiction juridique à la disparition rétroactive pratique. Comment pourrait s'exprimer en pratique et informatiquement cette fiction d'inexistence dès l'origine de l'acte ? En droit, grâce à la fiction, l'acte est censé n'avoir jamais existé. Cette fiction pourrait se traduire en code informatique, mais seulement si la fonction a été prévue en amont par les parties : il s'agit de la fonction « *selfdestruct* », fonction de révocation du smart contract¹⁶⁵⁶. Une telle fonction, qui serait actionnée soit par les deux parties conjointement avec leurs clés cryptographiques privées, soit par un oracle tiers de confiance désigné en amont qui agirait dès le jugement d'annulation rendu, permettrait de donner corps à la sanction prononcée, puisque toute interaction avec le smart contract devient alors impossible. La possibilité d'activation de la fonction par l'ensemble des parties contractantes serait aussi un mode de réalisation de la nullité conventionnelle prévue dans le code civil¹⁶⁵⁷. Cette fonction permet de donner une réalité plus tangible à la nécessaire soumission des smart contracts au droit, et d'éviter d'en faire des ordres normatifs autonomes défiant l'application efficace des sanctions ordonnées par un juge.

2) *Les restitutions consécutives à la sanction du contrat ou de la clause viciée*

551. Renvoi. Les restitutions sont rendues nécessaires chaque fois qu'une sanction prononcée ou constatée est dotée d'un effet rétroactif et que le contrat informatisable a déjà reçu un commencement d'exécution, si ce n'est une exécution totale. Les parties doivent en effet être remises en l'état antérieur à la formation du contrat, conformément à la fiction de l'inexistence, comme si le contrat n'avait jamais existé. Mais ce sera aussi le cas toutes les fois que le contrat est sanctionné pour l'avenir seulement et que le smart contract continue tout de même à s'exécuter. Les conséquences de l'anéantissement du contrat imposent dans tous ces cas de recourir à des restitutions.

Il sera donc renvoyé au traitement des restitutions étudié au stade de l'exécution du contrat informatisable¹⁶⁵⁸.

552. Conclusion de la section. Les contrats informatisables, comme tout contrat, sont exposés à des sanctions si l'une des conditions de validité venait à manquer ou à disparaître. L'ensemble des sanctions que sont la nullité, la caducité, la nullité partielle et l'éradication d'une clause trouvent en théorie à s'appliquer et devront être prononcées par le juge, ce qui

¹⁶⁵⁶ V. *supra*, §544 et note 1643.

¹⁶⁵⁷ Article 1178 alinéa premier du code civil : « Un contrat qui ne remplit pas les conditions requises pour sa validité est nul. La nullité doit être prononcée par le juge, à moins que les parties ne la constatent d'un commun accord. ».

¹⁶⁵⁸ V. *infra*, §724 s.

suppose que les parties au contrat informatibles soient identifiées. Une fois de plus, les purs smart contracts échappent au contentieux classique, du moins lorsque le pseudonymat ne peut pas être levé, ce qui est un obstacle de taille à leur véritable appréhension par le droit. Au-delà de l'écueil contentieux, c'est l'efficacité des sanctions qui peut être mise en péril : il faut en trouver une traduction informatique.

En pratique, l'anticipation d'un éventuel anéantissement du contrat peut trouver une traduction informatique par une fonction « *selfdestruct* », permettant de faire jouer la rétroactivité d'une sanction le cas échéant. Cette fonction paraît essentielle et doit être incorporée dans tout smart contract. Il apparaît en revanche trop compliqué de neutraliser une clause isolée.

À défaut d'avoir programmé une telle fonction, le contrat informatible, bien qu'anéanti, continuera à produire des effets : le smart contract est en effet imperméable à toute sanction juridique. Les prévisions des parties sont gravées dans le marbre informatique et la correction ultérieurement apportée par le droit ne peut, de sa seule impériosité, atteindre en pratique le smart contract. Les parties et le juge devront trouver des stratagèmes pour neutraliser le smart contract, par exemple par le biais du déploiement d'un nouveau smart contract venant contrer les effets du smart contract juridiquement anéanti. Mais souvent, des restitutions se révéleront nécessaires pour rétablir les parties dans leurs droits, à la suite de l'exécution automatique, et donc induite, du smart contract.

553. Conclusion du chapitre. En définitive, les spécificités des contrats informatibles au stade de la validité portent essentiellement sur l'existence et la vigueur du consentement, dont la réalité est parfois douteuse en raison de l'utilisation du langage informatique. Mais généralement, et surtout pour les contrats hybrides bien développés, le contrat informatible pourra satisfaire les conditions classiques de validité, même si le contenu informatible du contrat pouvait au départ laisser penser le contraire. À défaut de satisfaire aux conditions de validité, le contrat informatible s'expose tout autant aux causes d'anéantissement total ou partiel.

L'étude a montré que l'enjeu était, le plus souvent, davantage pratique que théorique : tout est question d'efficacité des sanctions et de possibilité d'attirer le contractant devant le juge. Le pseudonymat propre aux purs smart contracts empêche en principe toute assignation et c'est pourquoi leur utilisation n'est pas recommandée dans un cadre commercial ou consommériste. À ce jour, le recours aux purs smart contracts semble donc devoir être très limité à une sphère d'utilisateurs voulant créer leur propre ordre normatif autonome, parfois en y intégrant une solution de résolution des litiges *on-chain*. Dans cette perspective, l'autonomie et la complétude des purs smart contracts trouvent un écho avec les contrats d'affaires dont les

clauses régissent l'entière vie et prévoient le recours à l'arbitrage pour régler les éventuels conflits.

À l'inverse, les contrats hybrides se révèlent protecteurs des intérêts et des droits des parties, en ce qu'ils peuvent intégrer plus facilement le respect des normes légales préventives et punitives. L'anticipation lors de leur rédaction permettra de prévoir la traduction informatique des éventuelles sanctions qui pourraient être prononcées. En particulier, une fonction de révocation, dite fonction « *selfdestruct* », semble indispensable pour anéantir un smart contract et il est fortement recommandé de l'intégrer dans tout smart contract.

CONCLUSION DU TITRE I

554. Au terme de cette analyse, il apparaît que les smart contracts peuvent bel et bien être utilisés comme des contrats à part entière, qu'ils comportent ou non également une couche contractuelle en langage naturel. Ces contrats conclus grâce à la signature cryptographique d'une transaction sur la blockchain sont spécifiques à bien des égards, mais leur validité s'en trouvera rarement atteinte. De plus, le développement d'outils d'intelligence artificielle pour la traduction du code informatique, et surtout de standards de contrats hybrides mêlant clauses contractuelles classiques et clauses de prestation informatisables, permettront de lever certains des obstacles identifiés et d'anticiper la prise en compte des éventuelles sanctions que pourrait prononcer le juge.

Il faut reconnaître que le contentieux sera impossible en présence de parties pseudonymes, ce qui rend le recours à un pur smart contract particulièrement dangereux dès lors que la partie insatisfaite se trouvera *de facto* privée de tout recours devant un juge. Mais ces contrats informatisables ne seront sans doute utilisés que par des connaisseurs, qui souvent rechercheront précisément une automaticité véritable dans l'exécution et l'absence d'intervention du juge. Pour toute partie cherchant une sécurité juridique accrue, et de manière générale pour les relations contractuelles commerciales comme consommateurs, où l'intervention du droit et du juge est indispensable pour éviter que les droits des parties faibles ne soient pas entièrement respectés, les contrats informatisables prendront la forme d'un contrat hybride afin de connaître l'identité du cocontractant et d'établir un cadre juridique conventionnel suffisamment clair.

Ces écueils liés aux spécificités des smart contracts ne doivent pas être négligés, d'autant qu'ils sont loin d'être absents au stade de l'exécution et que seront alors concernés tant les smart contracts programmés dans un contrat informatisable qu'en application d'un contrat préexistant.

TITRE 2 – L’EXECUTION DU CONTRAT PAR UN SMART CONTRACT

555. Le smart contract, une modalité d’exécution du contrat. Dès sa genèse, le smart contract est conçu comme une modalité d’exécution améliorée des contrats¹⁶⁵⁹. Que le smart constitue un accord de volontés à part entière ou qu’il soit programmé pour la mise en œuvre d’un contrat préexistant¹⁶⁶⁰, la finalité primaire de ce programme informatique est d’exécuter les actions informatiquement programmées. Sont donc concernés tous les types identifiés de smart contract : purs smart contracts, smart contracts intégrés dans un contrat hybride et smart contract d’application¹⁶⁶¹. Dans toutes ces situations d’utilisation des smart contracts, le recours au smart contract est le mode choisi d’exécution du contrat et plus précisément, des obligations contractuelles. Sans idéaliser le rôle du smart contract, que l’on délimitera, cet outil serait le moyen d’assurer l’exécution conforme et irrésistible des contrats, venant renforcer la force obligatoire du contrat¹⁶⁶². Ainsi, le smart contract permettrait aux parties de remplir leur obligation d’exécuter le contrat (Chapitre 1).

Encore faut-il que cette exécution soit conforme à la loi. S’exécutant par définition sur une blockchain, les smart contracts peuvent-ils répondre à toutes les exigences du droit positif ? Parfois, ils peuvent les surpasser, en permettant d’obtenir une exécution parfaite. D’autres fois en revanche, des obstacles peuvent se présenter et empêcher la prise en compte des règles de droit applicables¹⁶⁶³, notamment en raison de l’irrésistibilité et de l’imperméabilité des smart contracts exécutés sur une blockchain, mais aussi en raison de difficultés imprévues. Ainsi le smart contract peut-il connaître des failles, provoquer ou subir des erreurs, être empêché de s’exécuter par différents événements intrinsèques ou extrinsèques à la blockchain. Ces perturbations risquent de conduire à l’inexécution du contrat : le contrat ne pourra pas s’exécuter ou sera exécuté d’une façon illicite ou non conforme à la volonté des parties. Le

¹⁶⁵⁹ V. *supra*, sur la conception initiale de Nick Szabo, §2.

¹⁶⁶⁰ Sur les distinctions entre les smart contracts, v. *supra*, §387.

¹⁶⁶¹ V. *supra*, §321 s.

¹⁶⁶² V. *supra*, §414.

¹⁶⁶³ Sans relever d’une hypothèse de non-droit, qui suppose un désintéret ou un détachement volontaire du droit quant à un domaine particulier, et non l’inverse (v. *supra*, §19 et J. CARBONNIER, *Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur*, *op. cit.*, p. 25 s., définissant le non-droit comme l’absence du droit dans un certain nombre de rapports humains où le droit a vocation théorique à être présent), ce non-respect du droit positif par les smart contracts s’exécutant sur une blockchain pose problème. Les règles informatiques de fonctionnement des smart contracts pourraient dans cette perspective s’apparenter à un ordre normatif concurrent du droit (v. sur le sujet, *supra*, §20). Ce phénomène n’est pas sans rappeler les réflexions similaires menées par M. Libchaber au sujet des nouveaux contrats d’affaires, lesquels, du fait de leur rédaction extrêmement complète et de leur soustraction au juge étatique par l’insertion de clauses compromissaires, tendent individuellement à constituer des ordres juridiques autonomes limités (R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L’ingénierie juridique et les nouveaux contrats d’affaires*, *op. cit.*, n° 64 s.).

traitement de l'inexécution smart contractuelle par le droit sera différent des cas d'inexécution d'un contrat classique et l'étude permettra de préciser les sanctions adaptées (Chapitre 2).

556. Remarque liminaire : la convention de recours au smart contract. Dans le cadre d'un contrat classique, les parties peuvent choisir de recourir à un smart contract pour exécuter certaines des obligations prévues au contrat. Il n'est pas question de contrat hybride puisque le smart contract n'est pas généré en même temps que le contrat et n'y est pas intégré. Le smart contract d'application est conçu comme une simple modalité d'exécution informatique de certaines prestations que les parties doivent accomplir, conformément à l'accord de volontés. Les parties peuvent prévoir d'inclure dans le contrat initial, ou par un avenant, une convention de recours à un smart contract. L'objectif de cette convention est, pour les parties, de reconnaître le recours à un outil technologique afin de remplir leurs obligations contractuelles¹⁶⁶⁴. Cette convention sera donc à la fois un consentement au recours à cet instrument et une convention sur la preuve. Mais il est également possible de concevoir l'adaptation d'une telle convention pour des contrats hybrides : elle permettrait utilement de prévoir un certain nombre de points de droit cruciaux.

Sur ce point en effet, l'exemple des accords d'Interchange signés dans le cadre du recours à l'EDI est éclairant¹⁶⁶⁵. Une convention préalable passée entre les parties régit de nombreuses questions essentielles : le droit applicable, la valeur probatoire des écritures passées, la charge et l'objet de la preuve répartis entre les parties, la force obligatoire des transactions réalisées via l'EDI, mais aussi la responsabilité des parties quant au bon fonctionnement du système et les conséquences en cas de dysfonctionnement ou d'erreur – grâce à cette convention préalable¹⁶⁶⁶, la plupart des points de droit sont traités et évitent toute interrogation.

Il serait utile d'adapter cette convention pour le recours à un smart contract, en particulier pour reconnaître une véritable valeur probante aux transactions effectuées sur la blockchain concernée à l'aide d'un smart contract et pour désigner la loi applicable, par exemple. Les nombreuses questions qui vont être abordées dans les développements qui suivent pourraient également trouver leur place dans cette convention de recours au smart contract, notamment lorsque les solutions trouvées dévient des solutions classiques. Cette convention

¹⁶⁶⁴ Des notaires proposent également une clause de recours au smart contract, mais en lui donnant davantage une valeur informative puisqu'il s'agit d'une « clause portant sur l'information des *smart contracts* ». Ils insistent sur le rôle de conseil du notaire pour accompagner les parties qui voudraient recourir à un smart contract : X. RICARD, C. CHAUNU et L. JOSSIER, « Le rôle du notaire dans l'encadrement du smart contract », *op. cit.* La clause proposée est reproduite en Annexe 6.

¹⁶⁶⁵ V. *supra*, §113.

¹⁶⁶⁶ Pour un exemple, v. T. PIETTE-COUDOL et A. BENSOUSSAN, *L'échange de données informatisé et le droit*, Hermès, 1991 et l'exemple de convention annexé (v. Annexe 5).

permettra d'éviter le contentieux pour les questions principales, comme cela a été le cas pour l'EDI qui n'a créé en définitive aucun contentieux connu¹⁶⁶⁷. Il sera donc renvoyé aussi souvent que nécessaire à cette convention de recours au smart contract afin de guider les parties qui souhaiteraient recourir à un smart contract et anticiper les points litigieux susceptibles de survenir à l'occasion de l'exécution du contrat. Une rédaction sera proposée *in fine*¹⁶⁶⁸.

Chapitre 1 – L'obligation d'exécuter le contrat

Chapitre 2 – L'inexécution du contrat

¹⁶⁶⁷ V. *supra*, §115.

¹⁶⁶⁸ Annexe 3 (Convention de recours au smart contract).

Chapitre 1 – L’obligation d’exécuter le contrat

557. L’exécution du contrat confiée au smart contract. L’obligation d’exécuter le contrat pèse en principe sur les contractants dès la conclusion du contrat : telle est l’expression de la force obligatoire du contrat¹⁶⁶⁹ exprimée à l’article 1103 du code civil¹⁶⁷⁰. Chacun est tenu d’exécuter ses obligations ; cette exécution peut parfois entraîner par voie de conséquence et éventuellement de plein droit la production de certains effets du contrat, comme le transfert de propriété. Le smart contract, pris comme modalité d’exécution du contrat, permet de mettre en œuvre cette obligation d’exécuter, qui naît au jour de la conclusion du contrat et qui suit son cours jusqu’à la bonne exécution de l’ensemble des effets du contrat. Pour cela, le smart contract doit en principe respecter toutes les règles relatives à l’exécution des obligations contractuelles, dès la conclusion du contrat (Section 1).

Cependant, cette obligation d’exécuter le contrat se trouve parfois perturbée au cours de la vie du contrat et différents incidents peuvent conduire à altérer l’obligation d’exécuter. Classiquement, il peut être nécessaire d’interpréter le contrat lorsque les parties ne s’accordent pas sur l’exécution à effectuer, ou bien de le modifier ou le révoquer, si les parties ont trouvé un accord en ce sens. Qu’en est-il lorsque l’exécution a été confiée au smart contract ? Du fait de l’immuabilité et de l’imperméabilité des smart contracts exécutés sur une blockchain, les règles classiques seront parfois inadéquates ou impossibles à appliquer. Il faut éviter que les parties ne se trouvent dans une situation de blocage avec un smart contract exécuté contre leur volonté. Il faudra alors proposer des solutions pour que ces événements qui ponctuent la vie du contrat trouvent une expression qui soit transmissible au programme informatique, afin d’être pris en compte par le smart contract. L’exécution du contrat par un smart contract nécessite donc une attention toute particulière lorsqu’elle rencontre des incidents au cours de la vie du contrat (Section 2).

Section 1 – Au jour de la conclusion du contrat

Section 2 – Au cours de la vie du contrat

¹⁶⁶⁹ Sur la force obligatoire du contrat, v. *supra*, §405, et pour des réflexions sur le sujet, P. ANCEL, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », 1999, *op. cit.* ; M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 124 s. ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 597. Il est entendu que le contrat légalement formé crée un cadre obligatoire qui s’impose aux parties, sans se limiter aux seules obligations elles sont tenues. C’est ce que l’on entend par l’expression « l’obligation d’exécuter le contrat ». Les parties sont tenues de se conformer à la loi contractuelle et en particulier d’exécuter leurs obligations.

¹⁶⁷⁰ Article 1103 du code civil : « Les contrats légalement formés tiennent lieu de loi à ceux qui les ont faits. »

Section 1 – Au jour de la conclusion du contrat

558. L'obligation d'exécuter le contrat de façon conforme et licite. Au jour de la conclusion du contrat, les parties sont tenues d'exécuter leurs obligations et de se conformer à la norme contractuelle. Elles peuvent choisir, dès la formation du contrat ou ultérieurement, de recourir à un smart contract pour tout ou partie de son exécution. Le smart contract aura donc pour fonction l'exécution conforme des clauses informatisables¹⁶⁷¹, avec toutes les spécificités qu'elles présentent (I).

Or, selon le principe de l'effet relatif des contrats, seules sont tenues d'exécuter le contrat les parties au contrat et réciproquement, les parties contractantes sont en principe les seules à pouvoir se prévaloir de l'exécution ou de l'inexécution du contrat en vertu de l'effet relatif des contrats. Cela n'empêche pas que, dans certaines situations, des tiers au contrat cherchent à bénéficier du périmètre contractuel. Il faut alors rechercher si cette entorse à l'effet relatif peut trouver une expression lorsque l'exécution du contrat relève d'un smart contract déployé sur une blockchain (II).

I. L'exécution conforme par le smart contract

559. La portée de l'exécution par le smart contract des obligations contractuelles. Le smart contract peut être choisi par les parties comme modalité d'exécution de leurs engagements. Le champ d'application du smart contract, simple programme informatique, est limité aux actions numériques, exécutables par informatique¹⁶⁷². Plus précisément, le smart contract a pour objet d'exécuter les clauses informatisables du contrat. L'enjeu est de déterminer si, au sein de ce champ d'application, le smart contract peut intégrer les modalités affectant les obligations objet de ces clauses informatisables, ce qui s'avère indispensable pour assurer l'exécution du contrat conformément à la volonté des parties (A).

Il apparaît que le smart contract, dans sa fonction primaire d'exécution automatique des engagements, permettra le plus souvent de procéder à une exécution conforme d'une obligation contractuelle. À ce titre, il pourrait être qualifié de paiement et être soumis aux règles propres au paiement (B).

¹⁶⁷¹ Sur l'expression de clauses informatisables et leur identification, v. *supra*, §455-458.

¹⁶⁷² V. *supra*, §267 s. sur le champ d'application des smart contracts, limité au monde numérique.

A. Les modalités affectant les obligations contenues dans les clauses informatisables

560. Les modalités affectant les obligations à l'épreuve des smart contracts. Dans tous les cas où l'obligation est exécutable au moyen d'un smart contract, et donc contenue dans une clause informatisable, une traduction en langage informatique respectant fidèlement la volonté des parties est nécessaire. Aussi bien, si l'obligation est assortie d'une modalité, celle-ci devra évidemment figurer dans le smart contract, qu'il s'agisse, à s'en tenir aux modalités les plus courantes, de la condition (1) ou du terme (2). Ces modalités sont aujourd'hui régies aux articles 1304 et suivants et 1305 et suivants du code civil. L'analyse révèle que le recours au smart contract est un atout sur ce point, favorisant l'entier respect de ces modalités.

1) Smart contract et obligation conditionnelle

561. La condition. La condition peut être définie comme « un évènement incertain, aléatoire, dont la réalisation (ou la non réalisation) affecte l'existence même de l'obligation »¹⁶⁷³. L'article 1304 du code civil prévoit ainsi que « l'obligation est conditionnelle lorsqu'elle dépend d'un évènement futur et incertain »¹⁶⁷⁴. La condition, modalité d'une obligation valable¹⁶⁷⁵, se décline en deux catégories détaillées au même article puisqu'elle peut être suspensive ou résolutoire. Les effets de ces deux conditions sont opposés : alors que la réalisation de la condition suspensive rend l'obligation pure et simple, les parties devant s'exécuter, la réalisation de la condition résolutoire anéantit rétroactivement l'obligation, entraînant des questions sur les restitutions éventuellement consécutives¹⁶⁷⁶. L'enjeu dans les smart contracts est de réussir à traduire en langage informatique la modalité conditionnelle (a) et de s'assurer du respect des règles communes applicables à la condition (b).

¹⁶⁷³ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 235. V. aussi sur l'obligation conditionnelle : M. JULIENNE, *Régime général des obligations*, 4^e éd., LGDJ, 2022, n° 39 s., et pour une étude générale sur la condition en droit français, M. LATINA, *Essai sur la condition en droit des contrats*, LGDJ, 2009.

¹⁶⁷⁴ Article 1304 du code civil : « L'obligation est conditionnelle lorsqu'elle dépend d'un évènement futur et incertain. La condition est suspensive lorsque son accomplissement rend l'obligation pure et simple. Elle est résolutoire lorsque son accomplissement entraîne l'anéantissement de l'obligation. »

¹⁶⁷⁵ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 236 : la condition ne peut pas porter sur un élément essentiel de validité du contrat. « Elle ne peut que conditionner l'existence d'une obligation dont toutes les conditions de validité sont par ailleurs réunies ». V. dans le même sens, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 1336 ; M. LATINA, *Essai sur la condition en droit des contrats, op. cit.*, n° 38 s.

¹⁶⁷⁶ Sur la réalisation et la défaillance des conditions suspensives et résolutoires, v. M. JULIENNE, *Régime général des obligations, op. cit.*, nos 56-59 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 1347 s.

a) *La traduction de la condition dans le smart contract*

562. La traduction de la condition suspensive. Puisque le langage informatique relève d'une logique conditionnelle¹⁶⁷⁷, le smart contract est tout désigné pour accueillir des obligations conditionnelles. Le langage informatique permet l'expression pure et simple de la condition, de sorte que, au lieu d'être une difficulté, le recours au smart contract est ici un atout pour les parties. En effet, la vérification de la condition, effectuée soit automatiquement si la donnée est *on-chain*, soit par un oracle si la donnée est *off-chain*¹⁶⁷⁸, entraînera automatiquement l'exécution de l'obligation. Il ne pourra y avoir de doute sur la nécessité d'exécuter ou non l'obligation. Le recours au smart contract comme modalité d'exécution a donc le mérite de lever les incertitudes dès lors que la condition est vérifiée : déterministe, le code informatique doit s'exécuter tel qu'il a été prévu et l'obligation sera alors automatiquement exécutée. On peut d'ailleurs noter que la vérification de la condition suspensive ne s'arrête pas à rendre « l'obligation pure et simple » comme prévu à l'article 1304 précité, car avec le smart contract, l'accomplissement de la condition entraîne l'exécution automatique de l'obligation. Cet automatisme pourra toutefois se révéler source de difficultés si la réalisation de la condition est par la suite contestée, pouvant conduire à des restitutions le cas échéant¹⁶⁷⁹.

563. La traduction de la condition résolutoire. S'agissant de la condition résolutoire, la traduction en code informatique paraît également possible, même si elle est plus délicate. L'article 1304 alinéa 3 du code civil dispose que l'accomplissement de la condition résolutoire entraîne l'anéantissement de l'obligation. Or, selon l'article 1304-7 de ce code¹⁶⁸⁰, l'anéantissement est par principe rétroactif, sans remettre en cause les actes conservatoires et d'administration qui auraient pu être accomplis et sauf clause contraire. La rétroactivité est toutefois écartée pour tous les contrats dans lesquels les prestations échangées ont trouvé leur utilité au fur et à mesure de l'exécution réciproque du contrat¹⁶⁸¹.

¹⁶⁷⁷ Sur la logique booléenne, v. *supra*, §96. On résume souvent cette logique à la formule « si... alors... ».

¹⁶⁷⁸ V. *supra*, §100 sur la distinction, et §203 sur la vérification de ces conditions.

¹⁶⁷⁹ Sur les restitutions dans les contrats informatibles, v. *infra*, §724 s.

¹⁶⁸⁰ Article 1304-7 du code civil : « L'accomplissement de la condition résolutoire éteint rétroactivement l'obligation, sans remettre en cause, le cas échéant, les actes conservatoires et d'administration.

La rétroactivité n'a pas lieu si telle est la convention des parties ou si les prestations échangées ont trouvé leur utilité au fur et à mesure de l'exécution réciproque du contrat. »

¹⁶⁸¹ Ainsi, la rétroactivité est tempérée : elle peut être écartée par la convention des parties ou en cas de contrat à exécution successive (« si chacune des parties a profité de l'exécution du contrat, le passé ne sera pas remis en cause » : M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 242). V. également sur le sujet, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*,

En cas d'exécution prévue par un smart contract, il sera indispensable de prévoir une clause écartant toute rétroactivité en cas d'accomplissement de la condition résolutoire, à moins de programmer informatiquement les restitutions qui pourraient être subséquentes à l'extinction rétroactive de l'obligation, solution plus complexe à anticiper et à mettre en œuvre. Il est possible d'illustrer un cas de rétroactivité écartée conformément à l'alinéa 2 de l'article 1304-7, avec un exemple de location d'un espace de stockage sur un ordinateur¹⁶⁸². Il s'agit bien d'un contrat à « utilité continue », c'est-à-dire un contrat où « les prestations échangées ont trouvé leur utilité au fur et à mesure de l'exécution réciproque du contrat », dont la résolution ne saurait être rétroactive¹⁶⁸³. En cas d'accomplissement d'une condition résolutoire, par exemple liée au besoin impérieux de l'espace de stockage par le propriétaire de l'ordinateur, la résolution consécutive ne vaut ainsi que pour l'avenir. À l'inverse, prenons l'exemple d'un contrat de vente d'une œuvre d'art numérique unique. L'unicité étant essentielle aux yeux de cet acquéreur particulier, une condition résolutoire est insérée : en cas de création d'une ou plusieurs copies de l'œuvre par l'artiste, le contrat sera anéanti rétroactivement. Le smart contract procédera alors à la restitution de l'œuvre numérique, qui n'est plus unique, à l'artiste, et des fonds à l'acquéreur.

Les parties devront porter une attention toute particulière à la rédaction de la clause comportant la condition résolutoire d'une part, et à sa traduction en langage informatique d'autre part, pour prévoir très clairement les conséquences de la résolution, c'est-à-dire les actions qui devront s'exécuter automatiquement en cas de réalisation de la condition. Il faudra également veiller au respect des règles prévues par le code civil quant à la licéité et la potestativité.

b) Les règles communes applicables à la condition

564. La licéité et la non-potestativité de la condition. Reste encore à vérifier que la condition, qu'elle soit suspensive ou résolutoire, est bien licite et n'est pas potestative conformément aux articles 1304-1 et 1304-2 du code civil¹⁶⁸⁴. Ces exigences ne présentent pas

op. cit., n° 1352. Les auteurs estiment qu'il s'agit d'une « innovation remarquable », retenant la solution « la plus simple et la plus juste » parmi celles jusque-là retenues par la jurisprudence.

¹⁶⁸² C'est notamment ce que propose l'entreprise française iExec. La startup a développé une place de marché décentralisée, appuyée sur la blockchain Ethereum, pour les ressources informatiques (<https://iex.ec/fr/>), grâce à une levée de fonds sous forme d'ICO ayant permis de collecter 10.000 bitcoins en 2h45 (<https://iex.ec/fr/rlc-token/>).

¹⁶⁸³ Par opposition à un contrat à utilité globale, où la satisfaction n'est obtenue par les parties que lorsque toutes les prestations ont été exécutées : v. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 672, au sujet de l'article 1304-7 du code civil. Sur cette distinction, proposée par M. Genicon au sujet de la résolution, v. T. GENICON, *La résolution du contrat pour inexécution*, LGDJ, 2007, p. 856 s. Pour une analyse de la résolution en présence d'un smart contract, v. *infra*, §695 s.

¹⁶⁸⁴ Article 1304-1 du code civil : « La condition doit être licite. À défaut, l'obligation est nulle. »

plus de difficultés que celles évoquées précédemment, et la partie qui souhaiterait faire annuler l'obligation conditionnelle devra prouver l'illicéité ou la potestativité invoquée, comme dans un contrat classique non exécuté par un smart contract – même s'il faudra ici réussir à arrêter le smart contrat avant son exécution.

Un obstacle apparaît cependant. L'article 1304-2 précité prévoit que la nullité de l'obligation pour potestativité de la condition ne peut plus être invoquée dès lors que l'obligation a été exécutée en connaissance de cause¹⁶⁸⁵. Le risque est que l'exécution automatique par le smart contract soit interprétée comme une exécution en connaissance de cause et empêche alors toute action en nullité de l'obligation. Mais l'analyse montre qu'aucune difficulté ne subsiste : soit le débiteur de l'obligation sous condition potestative s'exécute, c'est-à-dire qu'il remplit la condition permettant l'exécution par le smart contract de son obligation, et il n'y a là aucun motif de nullité invocable par le créancier ; soit le débiteur empêche la satisfaction de la condition potestative, et donc l'exécution de son obligation, et l'action en nullité sera bel et bien ouverte au créancier.

Reste que la preuve du caractère potestatif pourra être difficile à apporter. Il faudra en effet vérifier non seulement que la condition n'est pas potestative telle qu'elle est rédigée en langage juridique, mais aussi dans sa traduction smart contractuelle. Le cas échéant, la preuve du caractère potestatif de la condition pourrait donc être décelée dans la rédaction du code informatique. Cette éventualité est bien réelle, comme en témoignent certains auteurs ayant analysé de très nombreux smart contracts d'ICO et plus exactement de « *token sale* », faisant

Article 1304-2 du code civil : « Est nulle l'obligation contractée sous une condition dont la réalisation dépend de la seule volonté du débiteur. Cette nullité ne peut être invoquée lorsque l'obligation a été exécutée en connaissance de cause. »
Sur les conditions de validité de la condition, v. M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n^{os} 243-246.

¹⁶⁸⁵ Cette règle est une nouveauté insérée par la réforme : O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 654-655. L'idée est « d'éviter qu'une partie, après avoir exécuté le contrat, ne trouve opportunément dans le caractère potestatif d'une condition un moyen, un « truc » pour se libérer à bon compte d'un contrat qui ne la satisfait plus ». La difficulté réside dans la détermination de « la connaissance de cause » : les auteurs soulignent que deux lectures sont possibles. Soit « toute exécution du contrat est nécessairement une exécution en connaissance de cause », auquel cas « tout contrat ayant reçu un début d'exécution ne pourrait jamais être attaqué » sur ce fondement ; ou bien, les rédacteurs de la réforme ont-ils pu viser « l'hypothèse dans laquelle l'une des parties a fait usage d'une prérogative discrétionnaire » sans contestation de son cocontractant, qui s'est exécuté « en connaissance de cause ». Pour d'autres auteurs, l'exécution volontaire par le débiteur de l'obligation contractée sous condition potestative « opère à la manière d'une confirmation » et « neutralise, en quelque sorte, le caractère potestatif de l'engagement ». Ainsi, l'exécution vaudrait « renonciation par le débiteur à la condition stipulée dans son intérêt » (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n^o 1339, *in fine*). Mais on voit mal dans ce cas pourquoi l'exécution serait « en connaissance de cause », dès lors que celui à qui profite la condition a nécessairement connaissance de son caractère potestatif à son profit... Et en tout état de cause, il nous semble que seul le créancier a intérêt à agir en nullité d'une obligation contractée sous condition potestative dépendant exclusivement du débiteur, car le débiteur « ne se trouve au fond obligé à rien » (A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations, op. cit.*, n^o 176). En toute logique, dès que le débiteur s'exécute, le tort que pourrait représenter le caractère potestatif de la condition pour le créancier disparaît, puisque l'obligation a été exécutée. Le créancier n'a dès lors plus d'intérêt à agir en nullité, et il serait malvenu qu'il puisse agir en nullité de l'obligation alors qu'il a obtenu son dû. Sans doute est-ce ce que les rédacteurs de l'ordonnance ont entendu préserver en prévoyant cette impossibilité d'invoquer la nullité une fois l'obligation exécutée ; mais ils auraient alors pu se garder d'insérer l'expression « en connaissance de cause », qui n'a guère de sens, de quelque point de vue qu'on se place.

apparaître que le développeur conservait souvent un accès modificatif du smart contract au détriment de l'acquéreur des *tokens*, cette fonctionnalité étant cachée dans les milliers de lignes du code du smart contract¹⁶⁸⁶.

Au-delà des règles gouvernant la validité de la condition, le code civil précise également le cadre dans lequel la renonciation à la condition peut avoir lieu.

565. La renonciation à la condition. La renonciation à la condition est prévue à l'article 1304-4 du code civil, qui dispose qu'« une partie est libre de renoncer à la condition stipulée dans son intérêt exclusif, tant que celle-ci n'est pas accomplie ou n'a pas défailli ». La renonciation revient pour les parties à reconnaître que la condition suspensive est satisfaite ou que la condition résolutoire a défailli : ainsi, l'obligation devient pure et simple et peut être exécutée ou se trouve confortée¹⁶⁸⁷.

Dans un smart contract, il sera simple pour une partie seule, si la condition est stipulée dans son intérêt exclusif, ou pour les parties ensemble d'un commun accord, de renoncer à la condition. Informatiquement, cette renonciation se traduira par l'indication au smart contract de la réalisation de la condition suspensive ou de la défaillance de la condition résolutoire. La renonciation trouve ainsi une expression informatique très simple à mettre en œuvre. Or, pour être mise en œuvre, elle nécessite de prévoir en amont dans le code informatique du smart contract des accès restreints à certaines clés privées, à savoir les clés privées de toutes les parties au contrat ou la clé privée de la partie dans l'intérêt exclusif de laquelle la condition a été stipulée. Autrement dit, il faut autoriser en amont dans le code du smart contract certaines personnes à procéder à cette renonciation. Une solution plus simple à mettre en œuvre consisterait à prévoir que, pour toute condition, l'information de sa réalisation ou de sa non-réalisation sera transmise par les parties conjointement ou par l'oracle¹⁶⁸⁸. La mise en œuvre s'en trouverait alors sécurisée et simplifiée.

Une renonciation unilatérale non prévue dans le code informatique ne sera en revanche pas possible, pas plus qu'une renonciation intervenue trop tard. L'article 1304-4 du code

¹⁶⁸⁶ V. S. COHNEY *et al.*, « Coin-Operated Capitalism », *Columbia Law Review*, vol. 119, n° 3, avril 2019, p. 591-676, spéc. p. 616 sur la découverte des accès modificatifs dans certains *token contracts* en juillet 2018, et p. 630 s. sur les techniques permettant de modifier les smart contracts, recensés par les auteurs dans de nombreux smart contracts d'ICO. De ce constat résulte l'impératif formulé de recourir à l'audit d'un smart contract autant que possible avant de le déployer sur une blockchain, notamment à l'aide de la communauté (p. 660). V. également, *supra*, §245.

¹⁶⁸⁷ M. JULIENNE, *Régime général des obligations*, *op. cit.*, n° 60 : « chaque fois, donc, il s'agit de supprimer l'incertitude résultant de la condition ». v. également, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 659, selon lesquels la renonciation à la condition « a pour conséquence (...) d'affermir l'obligation ».

¹⁶⁸⁸ Les notaires seraient bien placés pour remplir cette fonction d'oracle vérificateur de la réalisation des conditions. V. en ce sens, X. RICARD, C. CHAUNU et L. JOSSIER, « Le rôle du notaire dans l'encadrement du smart contract », *op. cit.*

civil¹⁶⁸⁹ n'autorise pas la renonciation tardive, c'est-à-dire après la réalisation ou la défaillance de la condition¹⁶⁹⁰, et le code informatique ne pourrait davantage le permettre¹⁶⁹¹. En effet, dès que l'information relative à la défaillance ou l'accomplissement de la condition sera transmise par les parties ou par l'oracle au smart contract, celui-ci s'exécutera automatiquement et immédiatement en conséquence, l'obligation étant devenue pure et simple. Il ne sera donc plus possible de transmettre d'information contraire au smart contract. Le contentieux relatif à la renonciation pourrait s'en trouver bien réduit.

La condition peut donc être traduite aisément dans le code informatique, avec quelques ajustements à anticiper par les parties. Qu'en-est-il lorsque l'obligation informatisable est affectée d'un terme ?

2) *Smart contract et obligation à terme*

566. Le terme. Le terme se distingue de la condition en ce qu'il constitue un événement futur et certain¹⁶⁹² – quand bien même la date serait incertaine, comme le prévoit l'article 1305 du code civil¹⁶⁹³. Le terme est donc inéluctable¹⁶⁹⁴. L'exemple le plus classique est le décès d'une personne : l'évènement est futur et certain, mais la date de sa réalisation est incertaine, puisque cette personne va décéder un jour, sans que l'on ne sache quand. L'effet du terme, selon l'article 1305 précité, est de différer l'exigibilité de l'obligation à la survenance de celui-ci. Le

¹⁶⁸⁹ Article 1304-4 du code civil : « Une partie est libre de renoncer à la condition stipulée dans son intérêt exclusif, tant que celle-ci n'est pas accomplie ou n'a pas défailli. »

¹⁶⁹⁰ C'est la délicate question de la possibilité pour les parties de renoncer à la condition après sa défaillance, afin de permettre tout de même son exécution : v. sur le sujet, M. JULIENNE, *Régime général des obligations*, *op. cit.*, n° 61 ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 660-661. Avant la réforme de 2016, il était possible de contourner les conséquences de la défaillance en renonçant ultérieurement à la condition défaillie pour permettre malgré tout l'exécution du contrat. La question s'est posée après l'insertion du nouvel article 1304-4, en raison du silence de l'article sur ce point, malgré une indication contraire dans le rapport au président de la République par une lecture *a contrario* de la disposition : « Il en résulte *a contrario* qu'une renonciation ne peut intervenir après la défaillance de la condition suspensive, ce qui met fin à la controverse doctrinale et aux incertitudes jurisprudentielles sur ce point » (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, *op. cit.*). En raison des critiques et tentatives de contournement de cette interprétation *a contrario* par les tribunaux, l'article 1304-4 du code civil a été modifié pour préciser expressément que la renonciation ne peut intervenir après la défaillance de la condition (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 661-662).

¹⁶⁹¹ La clause contraire est possible, autorisant la renonciation après la défaillance (v. C. PERES, « Règles impératives et supplétives dans le nouveau droit des contrats », *op. cit.*, p. 184), mais ne peut être transposée informatiquement.

¹⁶⁹² V. sur le sujet, M. JULIENNE, *Régime général des obligations*, *op. cit.*, n°s 64-72. Ainsi, le terme se distingue de la condition en ce qu'il « consiste en un événement certain, dont la survenance à plus ou moins long terme est acquise », là où la condition est « un événement possible mais dont la réalisation n'est aucunement assurée ». De plus, « le terme n'affecte que l'exigibilité de l'obligation, et non son existence même comme c'est le cas de la condition » (n° 63). V. aussi M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n°s 250-251, rappelant que le terme « ne concerne pas l'existence de l'obligation mais seulement son exigibilité ».

¹⁶⁹³ Article 1305 du code civil : « L'obligation est à terme lorsque son exigibilité est différée jusqu'à la survenance d'un événement futur et certain, encore que la date en soit incertaine ».

¹⁶⁹⁴ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 822.

terme peut également être extinctif, encore que les textes du code civil issus de la réforme de 2016 n'en fassent pas mention¹⁶⁹⁵, notamment parce que le terme extinctif n'est pas une modalité de l'obligation mais un mode d'extinction de celle-ci. Enfin, il est possible de renoncer au terme, soit d'un commun accord des parties, soit pour son bénéficiaire seul¹⁶⁹⁶.

567. Application aux smart contracts. Les règles applicables au terme suspensif prévues par le code civil ne posent à vrai dire guère de difficulté lorsque l'exécution de l'obligation est prévue par un smart contract. De la même manière que pour la condition, le smart contract est parfaitement adapté pour accueillir des obligations à terme. La logique conditionnelle qui le caractérise permet en effet de subordonner l'exigibilité d'une obligation à la survenance d'un terme précis : qu'il s'agisse de l'écoulement du temps, condition automatiquement vérifiée par le smart contract¹⁶⁹⁷, ou de la survenance d'un événement déterminé, qui sera communiquée au smart contract par un oracle désigné par les parties, la programmation d'une telle modalité de l'obligation ne présente pas de difficulté.

En dernier lieu, la possibilité de renoncer au terme, offerte au bénéficiaire de celui-ci, ou aux parties d'un commun accord, est ouverte si elle est prévue *ab initio* dans le code informatique du smart contract ; à défaut, l'obligation ne pourra pas être exécutée par le smart contract avant la survenance du terme.

En définitive, le smart contract vient là encore renforcer la force obligatoire du contrat et son efficacité, puisque dès que la modalité de l'obligation est remplie, l'obligation est non seulement exigible, mais aussi immédiatement exécutée, sans retard, hésitation ou négligence de la partie débitrice. L'exécution de l'obligation à terme est assurée en toute conformité, de la même façon que l'exécution de l'obligation conditionnelle. Le smart contract permet ainsi de respecter les modalités pouvant affecter les obligations informatisées et d'obtenir une exécution conforme – autrement dit, un paiement.

¹⁶⁹⁵ V. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 676, soulignant l'omission du terme extinctif, pourtant figure classique en droit civil. Cette omission serait volontaire, le terme extinctif n'étant pas le symétrique du terme suspensif et n'étant pas vraiment une modalité de l'obligation, puisqu'il « ne frappe pas une obligation née » mais « empêche un contrat à exécution successive de générer pour l'avenir de nouvelles obligations ».

¹⁶⁹⁶ Article 1305-3 du code civil : « Le terme profite au débiteur, s'il ne résulte de la loi, de la volonté des parties ou des circonstances qu'il a été établi en faveur du créancier ou des deux parties.

La partie au bénéfice exclusif de qui le terme a été fixé peut y renoncer sans le consentement de l'autre. »

¹⁶⁹⁷ Sur la vérification autonome des données *on-chain* par le smart contract, v. *supra* §100 et §220.

B. *Le smart contract comme paiement*

568. L'exécution conforme d'une obligation. Puisque le smart contract constitue une modalité d'exécution du contrat voulue par les parties et qu'il permet de parvenir à une exécution conforme, l'exécution d'une obligation par le smart contract permet en principe de libérer la partie débitrice. Dans cette perspective, le smart contract pourrait s'analyser comme un paiement¹⁶⁹⁸, au sens de l'article 1342 du code civil¹⁶⁹⁹. La proposition de qualifier les smart contracts de paiement doit être étudiée et précisée (1). Si cette qualification est envisageable, il conviendra de préciser la portée de cette qualification (2).

1) *La qualification de paiement appliquée aux smart contracts*

569. Rappel nécessaire. Pour déterminer si le smart contract peut être qualifié de paiement, il faut d'abord rappeler ce que recouvre la notion de paiement en droit positif (a). Cet éclairage est nécessaire en raison de l'absence d'unanimité à ce sujet. Il sera ensuite possible de procéder à l'application de la notion à la fonction d'exécution automatique des smart contracts pour déterminer si cette proposition de qualification de paiement doit être retenue selon notre analyse (b).

a) *Le paiement en droit positif*

570. La définition du paiement. Payer, au sens juridique, signifie exécuter une obligation, quelle qu'elle soit, sans être réduit à la seule exécution d'une somme d'argent¹⁷⁰⁰. La définition classique suivante le rappelle : le paiement peut être défini comme l'« exécution

¹⁶⁹⁸ La proposition a été formulée par le 117^e Congrès de Notaires en 2021, dans l'idée d'appréhender la fonction d'exécution des smart contracts, sur le terrain contractuel comme sur le terrain délictuel. V. 117E CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, op. cit., n° 3361.

¹⁶⁹⁹ Article 1342 du code civil : « Le paiement est l'exécution volontaire de la prestation due. Il doit être fait sitôt que la dette devient exigible. Il libère le débiteur à l'égard du créancier et éteint la dette, sauf lorsque la loi ou le contrat prévoit une subrogation dans les droits du créancier. »

¹⁷⁰⁰ F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, op. cit., n° 716 : les auteurs citent par exemple « livrer une chose, transférer la propriété de la chose vendue, exécuter un travail ». « Payer vient du latin *pacare*, apaiser, c'est-à-dire donner satisfaction au créancier ». V. aussi, N. CATALA, *La nature juridique du payement*, op. cit., n° IV, p. 15 : « cet acte à faire par le débiteur, c'est le payement. Non seulement le payement d'une somme d'argent, mais – car le juriste enrichit ici la signification du terme – l'exécution de toute obligation, quelle qu'en soit la nature : obligation de donner ou de faire, obligation monétaire ou obligation en nature ». V. dans le même sens, not. : A. BENABENT, *Droit des obligations*, op. cit., n° 752 ; F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 1412 ; J. FRANÇOIS, *Les obligations, régime général*, 5e édition, Economica, 2020, n° 7 ; M. MIGNOT, « La nature juridique du paiement », in *Le paiement*, M. Mignot et J. Lasserre Capdeville (dir.), l'Harmattan, 2014, n° 1.

d'une obligation, quel que soit l'objet de celle-ci (sommes d'argent, remise en nature d'un bien ou d'un document, autre prestation) »¹⁷⁰¹. En droit positif, la nouvelle définition insérée à l'article 1342, alinéa 1^{er} du code civil, issu de la réforme de 2016, dispose sobrement que « le paiement est l'exécution volontaire de la prestation due ».

La notion de paiement suppose également que l'exécution soit conforme aux prévisions des parties : « seul est un véritable paiement celui qui respecte les données initiales du lien obligatoire, car c'est à un acte strictement conforme à ces données que le créancier peut prétendre »¹⁷⁰².

571. L'effet libératoire du paiement, au cœur de la notion de paiement. L'effet libératoire du paiement est intrinsèquement lié à la notion même de paiement. Le paiement a pour effet principal de libérer le débiteur à l'égard du créancier et d'éteindre la dette, comme en dispose l'alinéa 3 de l'article 1342 du code civil : « il libère le débiteur à l'égard du créancier et éteint la dette ». Cet effet libératoire pour le débiteur est accompagné d'un effet extinctif de l'obligation. En effet, le paiement est « à la fois *exécution* totale, parfaite, et instrument par excellence de *l'extinction* de l'obligation, puisque le créancier ne saurait être plus pleinement satisfait »¹⁷⁰³. En cela, le paiement est la forme la plus normale d'extinction des obligations¹⁷⁰⁴.

Pour être libératoire, le paiement suppose à la fois une exécution volontaire et une prestation due, selon les termes de l'article 1342 précité. Cela signifie qu'une exécution involontaire n'est pas un paiement et ouvre ainsi droit à un remboursement. Inversement, si la prestation fournie n'était pas due, il n'y aura pas véritablement paiement et le *solvens* aura droit à répétition¹⁷⁰⁵.

572. La nature juridique du paiement. Un large débat anime la doctrine quant à la nature juridique du paiement¹⁷⁰⁶. Celui-ci est considéré tantôt comme un acte juridique, analysé par les auteurs classiques comme une convention entre le créancier et le débiteur¹⁷⁰⁷ ; tantôt

¹⁷⁰¹ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Paiement » (2 – sens technique).

¹⁷⁰² N. CATALA, *La nature juridique du paiement*, *op. cit.*, p. 15.

¹⁷⁰³ *Id.* L'auteur affirme ainsi que « le paiement est un mode d'extinction de l'obligation par son exécution » (n° 241).

¹⁷⁰⁴ A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*, *op. cit.*, n° 198.

¹⁷⁰⁵ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 708 ; les auteurs précisent que la prestation est « due » dès lors qu'un lien de droit y oblige, indépendamment de la date à laquelle le créancier peut y contraindre le débiteur.

¹⁷⁰⁶ V. sur le sujet, M. MIGNOT, « La nature juridique du paiement », *op. cit.* ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1412 ; P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 700 ; J. FRANÇOIS, *Les obligations, régime général*, *op. cit.*, n° 7.2 ; J. FLOUR *et al.*, *Les obligations. 3. Le rapport d'obligation*, 10^e éd., Sirey, 2022, n° 218 ; et surtout N. CATALA, *La nature juridique du paiement*, *op. cit.*

¹⁷⁰⁷ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 700 : les auteurs précisent qu'il s'agit là de la présentation classique du paiement. Ils prennent pour leur part une voie médiane, en y voyant « un acte complexe, participant de la convention et du fait juridique ». En faveur de la qualification d'acte juridique, v. F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 927 ; A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*,

comme un fait juridique auquel la loi attache des effets juridiques¹⁷⁰⁸, qui peut donc être prouvé par tous moyens et ne nécessite pas de manifestation de volonté spécifique, pas plus qu'un accord du créancier. La Cour de cassation s'est prononcée en ce sens afin d'admettre la preuve par tous moyens du paiement¹⁷⁰⁹. Enfin, plusieurs auteurs retiennent une conception hybride du paiement, entre l'acte et le fait juridique¹⁷¹⁰.

La réforme de 2016 n'a pas véritablement tranché le débat. Pour certains, la lettre de l'article 1342 du code civil permettrait de pencher en faveur de l'analyse du paiement comme acte juridique, dès lors que le paiement doit être *volontaire*, ce qui correspond ainsi à l'expression de volonté d'acquitter l'obligation¹⁷¹¹. Mais certains éléments de régime penchent en faveur de la catégorie du fait juridique¹⁷¹², analyse que l'on retiendra pour les besoins de l'étude. On en veut pour preuve l'article 1342-8 du code civil, issu de l'ordonnance de 2016 et reprenant la solution jurisprudentielle établie, qui permet de prouver le paiement par tous moyens et ainsi de résoudre l'enjeu essentiel du régime du paiement en pratique¹⁷¹³ et privant finalement le débat sur la nature juridique du paiement d'une partie de son intérêt. Il faut désormais s'intéresser à l'application de la qualification de paiement aux smart contracts.

op. cit., n° 203 ; J. FLOUR *et al.*, *Les obligations. 3. Le rapport d'obligation*, *op. cit.*, n° 218 ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 709 ; M. MIGNOT, « La nature juridique du paiement », *op. cit.*, n° 3. Pour une analyse nuancée, v. A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 754 : l'auteur voit dans le paiement un acte unilatéral, dès lors que la volonté du créancier n'a pas d'incidence sur la libération du débiteur.

¹⁷⁰⁸ N. CATALA, *La nature juridique du paiement*, *op. cit.*, n° 159 : pour l'auteur, seule « la qualification de fait juridique permet de rendre un compte exact du régime de l'institution et d'en éclairer tous les aspects ». En effet, le paiement véritable « est celui qui opère l'extinction de l'obligation en raison de la satisfaction du créancier par le débiteur » (n° 160) et la prestation qui conduit à l'extinction de l'obligation « est toujours un fait juridique » (n° 161). L'auteur en conclut que « le paiement est un fait juridique parce que l'extinction de l'obligation est un effet de droit attaché par la loi à une situation de fait (la satisfaction du créancier) » (n° 161 et dans le même sens, n° 186). V. également, soutenant la qualification de fait juridique volontaire pour le paiement, J. FRANÇOIS, *Les obligations, régime général*, *op. cit.*, n° 8.

¹⁷⁰⁹ V. not., 1^{er} civ., 6 juil. 2004, n° 01-14.618, *Bull. civ. I*, n° 202, P. STOFFEL-MUNCK, « La preuve du paiement d'une somme d'argent deviendrait-elle libre ? », *CCE*, n° 2, février 2005, p. 31 ; 1^{er} civ., 16 sept. 2010, n° 09-13.947, *Bull. civ. I*, n° 173, L. LEVENEUR, « Nature juridique du paiement : le revirement se confirme à la première chambre civile », *CCC*, n° 12, décembre 2010, p. 266 ; solution confirmée par 3^e civ., 23 nov. 2017, n° 16-17.764, *Bull. civ. III*, n° 129.

¹⁷¹⁰ Pour M. Sériaux, il ne s'agit ni d'un acte, ni d'un fait (A. SERIAUX, « Conception juridique d'une opération économique : le paiement », *RTD civ.*, 2004, p. 225) tandis que pour M. Loiseau, le paiement relève d'une nature variable, pouvant être qualifié d'acte juridique ou de fait juridique selon que le paiement produit « une modification de la situation juridique existante entre les protagonistes » afin de permettre la satisfaction du créancier ou que celle-ci ne nécessite, à l'inverse, aucune manifestation de volonté – par exemple pour une obligation de ne pas faire (G. LOISEAU, « Réflexion sur la nature juridique du paiement », *JCP G*, 2006, p. 171).

¹⁷¹¹ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 709 : « le paiement ne se conçoit pas sans une volonté d'acquitter l'obligation, ce qui incite à lui reconnaître la nature d'acte juridique ».

¹⁷¹² V. dans le même sens, S. BENILSI, « Paiement - règles générales », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, 2019, n° 2.

¹⁷¹³ V. en ce sens, A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 754. V. également, J. FRANÇOIS, *Les obligations, régime général*, *op. cit.*, n° 31, soulignant que l'article 1342-8 du code civil peut être analysé de deux façons : si l'on considère que le paiement est un acte juridique, cette disposition est dérogatoire, tandis que si la qualification de fait juridique est retenue, cette disposition n'est que l'application du droit commun de la preuve.

b) *L'application aux smart contracts*

573. La proposition de qualification de paiement pour certains smart contracts.

Selon une proposition formulée dans le cadre du 117^e Congrès des Notaires consacré au numérique¹⁷¹⁴, le smart contract pourrait être qualifié de paiement puisqu'il permet d'exécuter des obligations, conformément à la volonté des parties. La proposition de « reconnaître légalement le smart contract comme un mode de paiement » présenterait l'avantage, selon ses promoteurs, de « gagner en cohérence en admettant la preuve du smart contract par tout moyen » d'une part, et de « pouvoir utiliser le smart contract pour automatiser l'exécution des obligations contractuelles mais aussi des obligations extracontractuelles, comme celles résultant d'une condamnation judiciaire en responsabilité délictuelle »¹⁷¹⁵.

Cette proposition semble tout à fait envisageable dès lors que le smart contract permet d'exécuter automatiquement des actions conformément à son code informatique, c'est-à-dire selon les prévisions des parties. Toutes les fois que ces actions correspondent à des obligations, cela signifie que le smart contract aura permis d'exécuter ces obligations conformément à la volonté des parties. En cela, il s'apparente sans équivoque à un paiement. Cette analyse permet également de confirmer que les smart contracts contribuent à renforcer la force obligatoire des contrats dont ils assurent l'exécution¹⁷¹⁶. Deux remarques découlent de cette qualification : le smart contract peut produire un effet libératoire, et dans certains cas, le smart contract peut donc revêtir deux qualifications juridiques. Précisons ces deux points.

574. L'effet libératoire du paiement par un smart contract. Lorsque le paiement est effectué par un smart contract, l'avantage est de parvenir à une exécution immédiate et irrésistible, dès que l'obligation devient exigible – c'est-à-dire lorsque son terme suspensif est survenu ou lorsque la condition suspensive est accomplie. Le débiteur, partie au smart contract, n'a pas la faculté de ne pas exécuter son obligation, dès lors qu'il a signé avec sa clé privée le smart contract qui en commande l'exécution. Le paiement effectué est conforme à la volonté initiale des parties, il intervient à temps et satisfait le créancier – le tout sous réserve d'erreurs logicielles ou autres incidents qui pourraient conduire à une inexécution¹⁷¹⁷. Il n'est donc pas possible, en principe, pour un débiteur de refuser ou d'entraver l'exécution de son obligation. Le smart contract conduit à une exécution irrésistible et déterministe, conformément à son code

¹⁷¹⁴ 117^e CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, op. cit., n^{os} 3279; 3361.

¹⁷¹⁵ *Ibid.*, n^o 3361.

¹⁷¹⁶ Sur cette question, v. *supra*, §414.

¹⁷¹⁷ Sur les erreurs contenues dans le smart contract, v. *infra*, §656 s.

informatique. Le créancier reçoit la prestation ou l'actif numérique convenu, de façon immédiate et sans qu'aucune des parties n'ait eu de nouvelle action à mener depuis la signature cryptographique du smart contract. En somme, le paiement est effectué et le débiteur libéré.

En définitive, le paiement ainsi opéré par le smart contract est libératoire, puisque le débiteur est quitte. Il est en principe extinctif, dès lors qu'il permet d'éteindre l'obligation qu'il a exécutée. Dans cette perspective, le smart contract remplit tous les critères de définition et d'effet du paiement et la proposition de qualification peut être retenue.

575. Une double qualification : le cas du contrat informatisable. Puisque le smart contract peut être qualifié de paiement toutes les fois qu'il permet l'exécution conforme d'une obligation, cette qualification peut s'ajouter à la qualification de contrat, dans le cas particulier des contrats informatisables. En effet, par définition, ces contrats intègrent le mode d'exécution informatique et l'accord de volontés au sein d'un même *instrumentum*¹⁷¹⁸. Le contrat informatisable opère une réunion du *negotium* et de son mode d'exécution dans son support, qu'il soit purement smart contractuel ou hybride. Cela signifie donc que ***dans les contrats informatisables, le smart contract pourra réunir les qualifications de contrat et de paiement***, puisqu'il est à la fois l'accord des volontés et le mode d'exécution des obligations – en tout ou partie¹⁷¹⁹. Cela signifie notamment que l'*instrumentum* informatisable pourra contenir à la fois les obligations objet du contrat, et la preuve de leur bonne exécution, une fois le smart contract exécuté, facilitant ainsi très nettement la gestion des contrats.

Plus encore, cette double qualification est aussi un témoin de l'évolution des modes d'expression de la volonté à l'ère numérique, où l'on a vu que, souvent, le contrat en ligne pouvait, voire devait, être formé par l'exécution de l'obligation de payer le prix¹⁷²⁰ : le paiement est aujourd'hui souvent une manifestation de la volonté de conclure le contrat. Il est intéressant de voir que les smart contracts se construisent de la même façon. Le plus souvent en effet, il faut déclencher une fonction du smart contract proposé en lui envoyant la somme en cryptomonnaie demandée. Il ne s'agit ni plus ni moins d'un paiement du prix, qui permet dans le même temps d'exprimer l'acceptation du smart contract proposé. Dans ce schéma, le smart contract est ainsi conclu par un paiement, car il a été programmé en ce sens. La fusion du *negotium* et de l'exécution est bien palpable, s'opérant à la fois formellement dans l'*instrumentum* informatique, et temporellement, floutant les phases de conclusion et d'exécution du contrat – même si, pour des contrats informatisables complexes, d'autres actions

¹⁷¹⁸ V. *supra*, §390 s. et spéc. §397.

¹⁷¹⁹ Sur les contrats hybrides, où seulement une partie est composée d'un smart contract, v. *supra*, §329 s. ; sur les clauses pouvant faire l'objet d'un smart contract, v. *supra*, §454-458.

¹⁷²⁰ V. *supra*, §355.

resteront à accomplir ultérieurement et pourront, elles aussi, être qualifiées de paiement des obligations qu'elles exécutent conformément.

Que le smart contract soit utilisé au sein d'un contrat informatisable, au service d'un contrat préalable voire en dehors du cadre contractuel, il faut préciser la portée que revêt la qualification de paiement retenue.

2) *La portée de la qualification de paiement*

576. Une qualification limitée. Pour être qualifié de paiement, il faut que le smart contract éteigne une obligation par sa complète exécution, conformément aux prévisions des parties, et que cette exécution satisfasse le créancier. Le prérequis pour la qualification de paiement réside alors dans l'objet du paiement. En effet, le smart contract est un paiement uniquement s'il porte sur des obligations susceptibles d'être payées. Leur identification permettra de délimiter le champ d'application de cette qualification en présence d'un smart contract (a). Le régime applicable au paiement par smart contract pourra alors être précisé (b).

Enfin, il ne faut pas négliger une conséquence liée aux spécificités des smart contracts : l'automatisme de l'exécution smart contractuelle pourrait conduire à la multiplication des situations de paiement indu (c).

a) Le champ d'application : les obligations susceptibles d'être payées par un smart contract

577. Le paiement d'obligations informatisables. La proposition de qualification des smart contracts comme paiement n'est envisageable que si les obligations objet du paiement sont exécutoires dans le monde numérique par un smart contract¹⁷²¹. Ces obligations peuvent être nommées « informatisables », puisqu'elles sont exécutoires informatiquement. Par conséquent, sont exclues toutes les obligations de faire ou de ne pas faire exécutoires uniquement dans le monde classique et notamment les paiements en monnaie *fiat*¹⁷²².

¹⁷²¹ Le smart contract ne pourra donc bien évidemment pas être le mode de paiement d'une obligation de livrer une chose matérielle, par exemple. Sur le champ d'application limité des smart contracts, v. *supra*, §267 s.

¹⁷²² Les monnaies *fiat* sont les monnaies légales. L'intermédiaire de la banque reste en effet nécessaire pour ces paiements. On pourra toujours automatiser le déclenchement d'un ordre de virement mais l'intérêt de recourir à un smart contract sera bien limité.

La qualification de paiement pourrait être retenue toutes les fois qu'un smart contract permet l'exécution d'une (ou plusieurs) obligation informatisable déterminée, relevant d'un contrat préexistant ou du smart contract lui-même. En définitive, pour qu'un smart contract puisse être qualifié de paiement, il faut et il suffit qu'il soit programmé comme modalité d'exécution volontaire d'une obligation exécutable dans le monde numérique, et qu'il conduise à l'extinction de cette obligation, par la satisfaction du créancier. Il faut néanmoins préciser l'objet du paiement afin d'affiner la catégorie des obligations informatisables.

578. La question des obligations monétaires. Les smart contracts portent sur des actifs numériques et permettent de le créer, les transférer, les prêter, etc. Or, si certains actifs numériques sont qualifiés de monnaie, le smart contract pourrait alors payer des obligations monétaires. Cette qualification emporte des conséquences, puisque le régime des obligations monétaires connaît plusieurs spécificités¹⁷²³. À l'inverse, si la qualification n'est pas retenue, cela signifie que l'objet du paiement par un smart contract est cantonné aux seules obligations de faire non monétaires et que le régime des obligations monétaires n'est pas applicable.

Les actifs numériques se divisent en jetons (*tokens*) et crypto-actifs ou cryptomonnaies. Cette division est aujourd'hui reprise dans le code monétaire et financier¹⁷²⁴. La première catégorie doit être regardée comme des biens particuliers, immatériels¹⁷²⁵. Pour la seconde catégorie, il est difficile d'admettre à ce jour que les cryptomonnaies puissent être qualifiées juridiquement de monnaie, même si le débat est largement ouvert aujourd'hui¹⁷²⁶. Il

¹⁷²³ Les obligations monétaires sont régies par les articles 1343 et suivants du code civil. Ces dispositions particulières sont justifiées par les spécificités de la monnaie, de sa fluctuation, des intérêts produits par la monnaie, mais aussi par la nécessité d'imposer en principe le règlement d'une somme d'argent dans une monnaie à cours légal. Ainsi, l'article 1343-3 du code civil prévoit que « Le paiement, en France, d'une obligation de somme d'argent s'effectue en euros » ; mais cette disposition reçoit exception à son alinéa 2 pour toute opération internationale, où le paiement peut « avoir lieu en une autre monnaie ». V. sur le sujet, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1454 s. ; J. FLOUR *et al.*, *Les obligations. 3. Le rapport d'obligation*, *op. cit.*, n° 236 s.

¹⁷²⁴ Les actifs numériques sont une catégorie composée des cryptomonnaies et des jetons numériques. Depuis la loi Pacte du 22 mai 2019, l'article L. 54-10-1 du code monétaire et financier énonce que les actifs numériques comprennent les jetons et les cryptomonnaies.

¹⁷²⁵ M. JULIENNE, « Premières vues sur les crypto-actifs, table ronde : L'appréhension par le droit des biens immatériels », in *Les « nouveaux biens », nouvelles qualifications ou nouveaux régimes ?*, L. Leveueur (dir.), Dalloz, 2018, p. 109-124 ; *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 90-91. Le vocabulaire des actifs numériques se contente en revanche de définir le « cyberjeton » par renvoi à la catégorie générale : il s'agit d'un « actif numérique émis et attribué ou transféré au moyen d'un dispositif d'enregistrement électronique partagé à un participant à ce dispositif » (COMMISSION D'ENRICHISSEMENT DE LA LANGUE FRANÇAISE, « Vocabulaire des actifs numériques (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », *op. cit.*).

¹⁷²⁶ La question de la qualification des cryptomonnaies est abondamment abordée par la doctrine française. V. ainsi, **pour** la qualification possible de monnaie des cryptomonnaies, en raison de leur pouvoir libérateur s'il est prévu par les parties, et de leur acception sociologique comme monnaie par une communauté grandissante d'utilisateurs, l'étude poussée de N. Mathey sur les monnaies alternatives : N. MATHEY, « La nature juridique des monnaies alternatives à l'épreuve du paiement », *RDBF*, décembre 2016, p. 41, et, laissant une porte ouverte à une qualification possible, P. THERY, « La propriété monétaire numérique : les bitcoins », in *Le droit civil à l'ère numérique, Actes du colloque du 21 avril 2017*, *JCP G*, 2017, p. 40 ; **contre** la qualification de monnaie, majoritairement, entre autres : H. DE VAUPLANE, « Le financement intermédiaire face à la crise de confiance des investisseurs », *Revue Droit & Affaires*, n° 11, avril 2013,

faut souligner que les quelques textes et jugements s'étant prononcés à ce sujet refusent nettement la qualification de monnaie¹⁷²⁷. Peut-être que cette qualification évoluera à l'avenir¹⁷²⁸. Pour l'heure, l'application des règles propres au paiement de sommes d'argent doit être écartée. Cette solution favorise l'application d'un régime simplifié pour les paiements en cryptomonnaie.

L'objet du paiement des obligations informatisables sera donc cantonné à des biens immatériels représentés sur une blockchain ou éventuellement à des biens matériels contrôlables numériquement¹⁷²⁹. Le champ d'application de la qualification de paiement ainsi délimité, il est possible de préciser les spécificités du régime applicable au paiement par smart contract.

b) Le régime applicable au paiement smart contractuel

579. Panorama. Dans les situations où le smart contract pourra être qualifié de paiement, les règles propres au paiement trouveront à s'appliquer. Au sein de ce régime, les questions qui intéressent particulièrement les smart contracts sont celles de la preuve du paiement ainsi que des conditions pour que le paiement soit libératoire, ce qui impose d'identifier clairement les parties au paiement.

580. La preuve du paiement. La question de la preuve est directement réglée par le code civil. Lorsque le smart contract est qualifié de paiement, il bénéficiera de la liberté de la preuve

p. 15 ; N. BARBAROUX, R. BARON et A. FAVREAU, « Blockchain et finance - Approche pluridisciplinaire », in *Répertoire IP/IT et communication*, Dalloz, 2020 ; 117^e CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, *op. cit.*, n^{os} 2061-2065.

¹⁷²⁷ Le code monétaire et financier a récemment choisi une qualification *sui generis* en définissant les cryptomonnaies (sans les nommer expressément, dans un souci de neutralité : P. GUEDON, « Le bitcoin est-il devenu une devise ? », *Revue de droit fiscal*, n^o 45, 12 novembre 2021, p. 421) à l'article L. 54-10-1, 2^o : « toute représentation numérique d'une valeur qui n'est pas émise ou garantie par une banque centrale ou par une autorité publique, qui n'est pas nécessairement attachée à une monnaie ayant cours légal et **qui ne possède pas le statut juridique d'une monnaie**, mais qui est acceptée par des personnes physiques ou morales comme un moyen d'échange et qui peut être transférée, stockée ou échangée électroniquement » (nous soulignons). De plus, un arrêt récent (et unique ?) rendu par le tribunal de commerce de Nanterre en 2020 (TC Nanterre, 26 févr. 2020, BitSpread c/ Paymium : JurisData n^o 2020-002798, M. JULIENNE, « Le régime civil des actifs numériques : l'exemple du prêt de Bitcoins », *op. cit.*) a décidé qu'un prêt en bitcoins était un prêt de consommation au sens de l'article 1892 du code civil, dès lors que les bitcoins sont des biens fongibles et consommables. Le tribunal a refusé, et à juste titre, de voir dans le bitcoin une monnaie légale, mais y voit un bien fongible et consommable. Selon M. Julienne, « Le prêt de Bitcoin est donc bien un prêt de consommation, mais non un prêt d'argent ».

¹⁷²⁸ Une piste intéressante pour l'avenir repose sur la reconnaissance par le Salvador du bitcoin comme monnaie légale : on peut alors se demander si les cryptomonnaies ne pourraient pas être considérées comme des devises étrangères et se voir appliquer ce régime pour les paiements internationaux (ce qui ne pose pas de problème sur la blockchain, faute de pouvoir localiser les parties...) : v. en ce sens, P. GUEDON, « Le bitcoin est-il devenu une devise ? », *op. cit.*

¹⁷²⁹ Sur le champ d'application limité des smart contracts au monde numérique, v. *supra*, §267 s.

applicable aux faits juridiques en vertu de l'article 1342-8 du code civil¹⁷³⁰. La preuve de l'exécution de l'obligation informatisable par smart contract sera donc libre. L'avantage de retrouver la liberté de la preuve est non négligeable, eu égard aux difficultés précédemment soulevées en la matière¹⁷³¹. Les parties pourront facilement démontrer que l'exécution de l'obligation a eu lieu, grâce à la production du code informatique, son éventuelle traduction en langage naturel et l'extrait de la blockchain concernée démontrant l'exécution de la transaction en cause.

Mieux, l'objet et le moyen de preuve pourraient être reconnus en amont, par le législateur ou par les parties, par référence à la transaction exécutée dans la blockchain. Ainsi, une disposition réglementaire pourrait reconnaître cette preuve du paiement par un smart contract :

En présence d'un contrat informatisable, la preuve du paiement d'une obligation informatisable est rapportée par référence à l'extrait du dispositif d'enregistrement électronique partagé dans lequel le contrat informatisable a été déployé et exécuté, conformément aux modalités prévues par décret en Conseil d'État.

Une proposition similaire pourrait intégrer la convention de recours au smart contract dans le cadre des contrats classiques ou contrats cadre exécutés par un smart contract ou des contrats hybrides. La clause pourrait indiquer :

La preuve du paiement par le smart contract des obligations informatisables prévues au présent contrat est rapportée par la production de l'extrait de la blockchain [x], sur laquelle a été déployé le smart contract en exécution du présent contrat, indiquant l'exécution complète du smart contract.

Il faudra surtout veiller à ce que les parties au paiement soient bien indiquées dans le smart contract pour que le paiement soit libératoire.

581. Solvens et accipiens dans un paiement classique. Les parties au paiement sont généralement nommées le *solvens*, celui qui paye, et l'*accipiens*, celui qui reçoit le paiement.

¹⁷³⁰ Article 1342-8 du code civil : « Le paiement se prouve par tout moyen. » C'est un des atouts souligné par les auteurs de la proposition de qualifier le smart contract de paiement (117^e CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, op. cit., n° 3361).

¹⁷³¹ V. notamment la question de la fiabilité de la signature cryptographique, *supra*, §485-486. Ici toutefois, la liberté de la preuve ne concerne que l'exécution du smart contract.

Le code civil prévoit un ensemble de règles encadrant le paiement et permettant qu'il soit libératoire pour le débiteur. Ainsi, selon l'article 1342-1 du code civil¹⁷³², toute personne peut être *solvens*, c'est-à-dire le débiteur ou un tiers, qu'il y ait intérêt, qu'il y soit tenu ou qu'il soit paré d'une intention libérale : le créancier ne pourra refuser ce paiement que s'il peut opposer un motif légitime¹⁷³³. La solution est particulièrement souple s'agissant du débiteur de l'obligation.

En revanche, le *solvens* doit faire attention à l'identité de l'*accipiens*, car « qui paye mal paye deux fois »¹⁷³⁴. Celui envers qui le paiement doit donc être effectué est le créancier¹⁷³⁵, ou son mandataire, selon l'article 1342-2¹⁷³⁶, pour que le paiement libère le débiteur. Mais le code civil ménage des exceptions notables à ce principe, prévues aux articles 1342-2 et 1342-3¹⁷³⁷ : ainsi le paiement fait à un *accipiens* qui n'avait pas qualité sera valable s'il est ratifié par le créancier ou s'il en a profité. Le paiement sera encore regardé comme valable s'il a été fait de bonne foi à un créancier apparent, tandis que le créancier incapable qui a profité du paiement ne peut le remettre en cause. Le code civil prévoit ainsi plusieurs possibilités de sauver un paiement pourtant fait au mauvais *accipiens*.

582. Les parties au paiement dans un smart contract. Qu'en est-il en cas d'exécution conforme d'une obligation, c'est-à-dire de paiement, à l'aide d'un smart contract ? Il faut s'assurer de l'identité des parties au smart contract pour vérifier que le paiement effectué sera satisfaisant pour le créancier. En principe, les parties au smart contract sont à tout le moins identifiées indirectement par leurs clés cryptographiques, au moment de la signature du smart contract¹⁷³⁸. L'identité cryptographique des parties au smart contract est verrouillée dès que le smart contract est déployé¹⁷³⁹. De ce point de vue, la situation présente des avantages tant pour le *solvens* que pour l'*accipiens* : ce sera bien le débiteur de l'obligation qui la paiera, tandis que seul le bénéficiaire désigné dans le smart contract pourra en principe recevoir le paiement.

¹⁷³² Article 1342-1 du code civil : « Le paiement peut être fait même par une personne qui n'y est pas tenue, sauf refus légitime du créancier. »

¹⁷³³ C'est la règle de l'article précité. V. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 1415 : ce sera notamment le cas « si ce paiement est de nature à lui causer un préjudice ou à le priver d'un avantage ».

¹⁷³⁴ *Ibid.*, n° 1417.

¹⁷³⁵ En cas de cession de créance, le paiement doit donc être fait au cessionnaire et non au cédant. F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 832.

¹⁷³⁶ Article 1342-2 du code civil : « Le paiement doit être fait au créancier ou à la personne désignée pour le recevoir. Le paiement fait à une personne qui n'avait pas qualité pour le recevoir est néanmoins valable si le créancier le ratifie ou s'il en a profité.

Le paiement fait à un créancier dans l'incapacité de contracter n'est pas valable, s'il n'en a tiré profit. »

¹⁷³⁷ Article 1342-3 du code civil : « Le paiement fait de bonne foi à un créancier apparent est valable. »

¹⁷³⁸ Pour les contrats où les parties ont choisi de révéler leur identité, la signature cryptographique de chaque partie au smart contract (d'application ou intégré) correspond à chaque des parties au contrat (préexistant ou hybride).

¹⁷³⁹ V. *supra*, §426 s., sur la signature cryptographique scellant l'accord des volontés.

Grâce à la fusion du mode d'exécution dans l'*instrumentum* du smart contract¹⁷⁴⁰, il n'y a aucun risque d'erreur dans la personne destinataire du paiement¹⁷⁴¹. Le code informatique ne pouvant exécuter que ce qui a été prévu, seul le débiteur partie au smart contract effectuera le paiement, par le biais de ce smart contract. Si le paiement devrait donc en principe toujours être libératoire, quelques obstacles peuvent cependant se présenter.

583. Les potentiels obstacles à un paiement libératoire. Tout d'abord, dans le cadre des smart contracts conclus sous pseudonyme, faute de connaître l'identité des parties cachées derrière leurs clés cryptographiques, le risque est que l'une des parties au smart contract soit un incapable et que cette incapacité ne puisse être vérifiée en amont. Un paiement fait par un incapable ou reçu par un incapable est-il passible de nullité ? La transaction pourrait alors être remise en cause alors que les smart contractants n'ont aucune possibilité de se prémunir de ce risque. L'article 1342-2 alinéa 3 du code civil règle la question du paiement reçu par un incapable, puisque le paiement fait à un créancier incapable est réputé valable dès lors que le créancier en a tiré profit. Ce sera le plus souvent le cas. À défaut, encore faudra-t-il réussir à attirer en justice le cocontractant de l'incapable, dont l'identité est inconnue : le problème se déplace alors vers une difficulté pratique relative à l'épineuse saisine du juge. Mais ce problème est toutefois cantonné aux seuls smart contracts sous pseudonymes¹⁷⁴². Quant au paiement fait par un débiteur incapable, la question relève en réalité du contrat conclu par un incapable¹⁷⁴³.

Ensuite, on pourrait s'interroger sur le sort du paiement effectué conformément au smart contract initial, alors qu'une cession de contrat ou de créance a eu lieu au bénéfice d'un nouveau créancier, le cessionnaire. Or, pour tout type de smart contracts, l'exécution est irrésistible dès que le smart contract est déployé. Il est donc indispensable, pour éviter un paiement non libératoire par le smart contract, de prévoir la possibilité d'indiquer au smart contract la nouvelle clé publique du destinataire du paiement en cas de cession. La solution pourrait également être appliquée pour permettre le paiement à un mandataire du créancier, ou à toute autre personne qui aurait qualité à recevoir le paiement. Cette option nous paraît pouvoir être mise en œuvre facilement, dès lors que l'option est insérée dans le code informatique du smart contract dès sa conception. Les parties doivent alors anticiper cette possibilité de

¹⁷⁴⁰ V. *supra*, §397.

¹⁷⁴¹ Il faut toutefois réserver l'erreur humaine conduisant à mal programmer un smart contract, par exemple en indiquant une adresse publique erronée à la place de l'adresse publique du créancier. L'hypothèse est la même que pour un virement bancaire qui aurait été fait au mauvais bénéficiaire parce que le débiteur a mal enregistré ses coordonnées bancaires...

¹⁷⁴² V. *infra*, §677 s.

¹⁷⁴³ La question a été abordée *supra*, §513-514. La nullité sera rarement invoquée, sauf éventuellement en cas de lésion ou d'actes sortant de l'ordinaire.

changement de destinataire du paiement dès la phase de rédaction du code informatique, tout en sécurisant suffisamment cette fonction¹⁷⁴⁴.

Enfin, peu importe le changement de débiteur qui surviendrait pour une raison ou une autre, car d'une part, l'article 1342-1 du code civil permet que le paiement au créancier soit effectué par toute personne, sans le limiter au seul débiteur initialement désigné dans le contrat et d'autre part, les parties pourront toujours, de la même manière que pour un changement de créancier, prévoir la possibilité d'indiquer au smart contract le nouveau *solvens* de l'obligation à exécuter.

Il faut encore s'assurer que le paiement effectué vise bien à éteindre une dette existante pour éviter des situations de paiement indu. Celles-ci risquent cependant d'être multipliées du fait du recours aux smart contracts.

c) *Les risques de paiement indu*

584. Les risques de paiement indu. Renvoi. Le paiement indu est défini comme un paiement « ne correspondant à aucune dette qui ouvre un droit de répétition (une action en restitution) à celui qui a payé par erreur (ou plus généralement sans intention libérale et donc sans cause) »¹⁷⁴⁵. Son régime est prévu aux articles 1302 et suivants du code civil. Ainsi, tout *solvens* qui s'acquitte d'une dette qui n'était en réalité pas due ou n'était pas la sienne pourra agir en répétition de l'indu contre le créancier qui s'est enrichi.

La situation, déjà bien connue en pratique¹⁷⁴⁶, risque de se présenter de façon accrue dans le cadre du recours aux smart contracts pour l'exécution des obligations contractuelles. En effet, l'exécution irrésistible pourra parfois se produire en dépit d'un changement de la volonté commune des parties, voire à l'encontre d'une règle impérative interdisant l'exécution de l'obligation. Les parties pourront alors se trouver dans une situation où le smart contract a été automatiquement exécuté, de façon conforme à leur volonté initiale figée au jour de la conclusion du contrat – et plus précisément au jour du déploiement de leur smart contrat – mais de façon non conforme à leur volonté actuelle ou à une loi impérative. Ces situations, qu'il est possible d'analyser comme paiement indu, feront l'objet d'une étude à parti entière, afin de les identifier clairement et de préciser le régime des restitutions consécutives¹⁷⁴⁷.

¹⁷⁴⁴ La cession de créance mise en œuvre par un smart contract est traitée à part entière : v. *infra*, §635 s.

¹⁷⁴⁵ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique, op. cit.*, V° « paiement de l'indu ». De façon plus approfondie, v. *infra*, §671 s.

¹⁷⁴⁶ V. *infra*, §671, note 1985 et l'article éclairant de Mme Defrénois-Souleau, mettant en lumière les pratiques très courantes de perceptions indues (I. DEFRENOIS-SOULEAU, « La répétition de l'indu objectif. Pour une application sans erreur de l'article 1376 du code civil. », *RTD civ.*, 1989, p. 243-267).

¹⁷⁴⁷ Sur les cas de paiement indu, v. *infra*, §672 et sur les restitutions à opérer, v. §724 s.

En définitive, si le paiement s'effectue entre les parties correctement désignées et a pour objet l'extinction d'une dette existante, il sera libératoire et conforme à la volonté des parties, assurant ainsi la bonne exécution des obligations contractuelles.

Or, seules les parties au contrat peuvent exiger cette exécution, conformément à l'effet relatif du contrat. Il faut désormais déterminer si ce principe est teinté d'une coloration particulière lorsque le contrat est exécuté par un smart contract.

II. *L'effet relatif du contrat exécuté par un smart contract*

585. Le principe de l'effet relatif appliqué aux smart contracts. Selon le principe de l'effet relatif des contrats, qui trouve aujourd'hui son siège à l'article 1199 du code civil¹⁷⁴⁸, seules les parties au contrat peuvent se prévaloir des obligations du contrat et seules les parties peuvent invoquer l'inexécution du contrat. Les tiers¹⁷⁴⁹, sauf s'ils ont subi un dommage résultant d'un manquement contractuel¹⁷⁵⁰, ne sauraient se prévaloir d'une inexécution contractuelle et ne pourraient davantage exiger l'exécution d'un contrat¹⁷⁵¹ ou être contraints de l'exécuter. Ainsi, sont seuls créancier et débiteur ceux qui ont exprimé leur volonté en ce sens. À l'inverse, « le rayonnement de la force obligatoire au-delà de la sphère contractuelle »¹⁷⁵² est tel que les tiers doivent respecter la situation juridique établie par le contrat... et peuvent s'en prévaloir, comme le précise l'article 1200 du code civil : « Les tiers doivent respecter la situation juridique créée par le contrat. Ils peuvent s'en prévaloir

¹⁷⁴⁸ Article 1199 du code civil : « Le contrat ne crée d'obligations qu'entre les parties. Les tiers ne peuvent ni demander l'exécution du contrat ni se voir contraints de l'exécuter, sous réserve des dispositions de la présente section et de celles du chapitre III du titre IV. » V. sur le sujet, J.-S. BORGHETTI, « Les effets du contrat à l'égard des tiers », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. Cartwright, B. Fauvarque-Cosson et S. Whittaker (dir.), Société de législation comparée, 2018, p. 239-270.

¹⁷⁴⁹ Les tiers au contrat sont en principe tous ceux qui n'y sont pas partie. Mais certains tiers peuvent devenir partie au contrat, tels que les représentés, les cessionnaires du contrat, les ayants cause universels ou à titre universel, parfois encore les ayants cause à titre particulier... v. sur le sujet, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 813 s. ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 669.

¹⁷⁵⁰ Avec le controversé arrêt Myr'Ho (Bootshop), l'assemblée plénière de la Cour de cassation a admis qu'un tiers puisse se prévaloir de l'inexécution dommageable d'un contrat auquel il n'est pas partie : « Mais attendu que le tiers à un contrat peut invoquer, sur le fondement de la responsabilité délictuelle, un manquement contractuel dès lors que ce manquement lui a causé un dommage » (Ass. Plén., 6 oct. 2006, n° 05-13.255, *Bull. Ass. plén.*, n° 9 ; H. CAPITANT *et al.*, *GAJC*, 13^e éd., Dalloz, 2015, n° 177). La solution a été réitérée dans un arrêt du 13 janvier 2020, très pédagogique, rédigé avec une motivation enrichie expliquant les enjeux de la solution et ses derniers développements jurisprudentiels. L'Assemblée plénière conclut en affirmant que « le tiers au contrat qui établit un lien de causalité entre un manquement contractuel et le dommage qu'il subit n'est pas tenu de démontrer une faute délictuelle ou quasi délictuelle distincte de ce manquement » (Ass. Plén., 13 janv. 2020, n° 17-19.963, à paraître au *Bull. Ass. plén.*). V. sur le sujet, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, nos 808-812 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 680.

¹⁷⁵¹ Il faut ici réserver les mécanismes auxquels renvoie l'article 1199 du code civil, c'est-à-dire la promesse de porte-fort, la stipulation pour autrui et toutes les actions ouvertes au créancier (action oblique, action paulienne, etc.). V. *infra*, §586.

¹⁷⁵² M. LATINA, « Contrats, principes directeurs », *op. cit.*, n° 144.

notamment pour apporter la preuve d'un fait ». Telle est l'expression du principe de l'opposabilité du contrat par les tiers et aux tiers : « le contrat ne peut *obliger* que les parties, mais il est *opposable* aux tiers, c'est-à-dire que les tiers doivent en tenir compte et respecter la situation qu'il crée, quoiqu'ils n'aient pas à l'exécuter »¹⁷⁵³.

Si l'exécution d'un contrat est prévue par un smart contract, seules les parties au smart contract pourront bénéficier des actions programmées dans le smart contract. En cela, le smart contract renforce la force obligatoire des contrats¹⁷⁵⁴, mais aussi le principe de l'effet relatif. Nul autre ne pourra être tenu d'exécuter le contrat puisque l'exécution est déjà organisée au sein du smart contract. De même, nul ne pourra exiger l'exécution d'un smart contract à son profit, s'il n'est pas informatiquement désigné comme bénéficiaire du smart contrat. Le déterminisme du code informatique contribue ainsi à assurer un parfait respect de l'effet relatif des contrats.

586. Les exceptions classiques au principe de l'effet relatif. Le code civil prévoit néanmoins des exceptions expresses au principe de l'effet relatif¹⁷⁵⁵, en offrant dans certaines situations des actions à un tiers au contrat, lui permettant d'obtenir l'exécution du contrat à son bénéfice. Les exceptions visées à l'article 1199 du code civil sont d'une part la promesse de porte-fort et la stipulation pour autrui, et d'autre part les actions offertes au créancier, à savoir l'action oblique, l'action paulienne et l'action directe. Ces deux catégories d'exceptions sont très différentes et il est loin d'être évident que les smart contracts puissent être utilisés pour traduire toutes ces situations. La confrontation des smart contracts aux contrats pour autrui d'une part (A) et aux actions ouvertes au créancier d'autre part (B) permettra de déterminer dans quelle mesure les smart contracts peuvent faciliter, ou au contraire empêcher, la mise en œuvre de ces exceptions au principe de l'effet relatif¹⁷⁵⁶.

¹⁷⁵³ J.-S. BORGHETTI, « Les effets du contrat à l'égard des tiers », *op. cit.*, p. 241.

¹⁷⁵⁴ V. *supra*, §414.

¹⁷⁵⁵ La réforme du droit des contrats a eu pour objectif de « prendre le taureau par les cornes », prétendant à « synthétiser et ordonner les règles relatives aux effets du contrat à l'égard des tiers » (J.-S. BORGHETTI, « Les effets du contrat à l'égard des tiers », *op. cit.*, p. 241). L'auteur souligne toutefois qu'il aurait été possible de rassembler dans cette section d'autres dispositions, « à commencer par la représentation, la cession de contrat et la responsabilité des parties à l'égard des tiers et des tiers à l'égard des parties » (p. 241-242).

¹⁷⁵⁶ Le choix est fait d'aborder l'ensemble des exceptions au principe de l'effet relatif visées à l'article 1199 du code civil, quand bien même certains ont pu faire valoir que « ni la simulation, ni le porte-fort, ni l'action obligation, ni l'action paulienne ne constituent [...] de réelles entorses au principe de l'effet relatif » (*Ibid.*, p. 248).

A. Des smart contracts pour autrui : les exemples de la promesse de porte-fort et de la stipulation pour autrui

587. Les contrats pour autrui. La stipulation pour autrui (1) et la promesse de porte-fort (2) reposent sur une même idée : une personne s'engage pour une autre et promet notamment l'exécution d'une obligation au profit d'un créancier par un débiteur autre que lui-même. Il est intéressant d'analyser la possibilité d'exécuter ces contrats par un smart contract, c'est-à-dire d'en faire des « smart contracts pour autrui ».

1) La stipulation pour autrui

588. Une prestation au bénéfice d'un tiers. Dans la stipulation pour autrui, un débiteur accepte, à la demande du créancier, d'accomplir sa prestation au bénéfice d'un tiers¹⁷⁵⁷ : il s'agit d'une véritable exception à l'effet relatif des contrats¹⁷⁵⁸. Cette opération est désormais valable de principe selon l'article 1205 du code civil¹⁷⁵⁹, la réforme ayant renversé l'ancienne interdiction, vidée de sa substance¹⁷⁶⁰, et contraire à une pratique très répandue¹⁷⁶¹. Dans cette opération, le promettant accomplit lui-même la prestation. La stipulation pour autrui doit donc nécessairement comporter un bénéficiaire désigné, ou même « désignable », s'il s'agit d'une personne future¹⁷⁶².

589. Une adaptation possible de la stipulation pour autrui aux smart contracts. La stipulation pour autrui semble facilement informatisable, si l'obligation promise au bénéficiaire

¹⁷⁵⁷ La stipulation est une opération à trois personnes où le stipulant fait promettre au promettant d'exécuter une obligation en faveur du tiers bénéficiaire : M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 834. V. aussi sur le sujet, A. BENABENT, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 261.

¹⁷⁵⁸ J.-S. BORGHETTI, « Les effets du contrat à l'égard des tiers », *op. cit.*, p. 248.

¹⁷⁵⁹ Article 1205 du code civil : « On peut stipuler pour autrui.

L'un des contractants, le stipulant, peut faire promettre à l'autre, le promettant, d'accomplir une prestation au profit d'un tiers, le bénéficiaire. Ce dernier peut être une personne future mais doit être précisément désigné ou pouvoir être déterminé lors de l'exécution de la promesse. »

¹⁷⁶⁰ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 833. Seules deux hypothèses étaient jusque-là autorisées par l'ancien article 1121 du code civil, mais la jurisprudence avait très largement interprété le texte pour y accueillir d'autres cas de stipulation pour autrui. V. aussi, T. DOUVILLE (dir.), *La réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 194-195

¹⁷⁶¹ Notamment pour l'assurance-vie, contrat très usuel. V. en ce sens, J.-S. BORGHETTI, « Les effets du contrat à l'égard des tiers », *op. cit.*, p. 249.

¹⁷⁶² Il suffit simplement que le bénéficiaire soit déterminable selon l'article 1205 du code civil, ce qui laisse une marge de manœuvre importante aux parties à la stipulation pour autrui. On prend ainsi souvent l'exemple des « enfants à naître du souscripteur d'une assurance-décès » ou encore « une fondation à créer » (A. BENABENT, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 263) ; ou pourquoi pas « la désignation par une personne de son conjoint comme bénéficiaire alors que le stipulant n'est pas encore marié » (T. DOUVILLE (dir.), *La réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 195).

tiers peut être exécutée numériquement. Il suffira de prévoir dans le smart contract une telle opération tripartite, sans difficulté particulière, ni conceptuelle, ni informatique. Dès lors que l'adresse publique du bénéficiaire est indiquée au smart contract au plus tard au moment de l'exécution, le programme exécutera la prestation à destination de celui-ci sans aucun obstacle ou difficulté. Par exemple, un contrat informatisable d'assurance décès avec tiers bénéficiaire pourrait être programmé facilement, avec l'intervention d'un oracle pour indiquer la réalisation du risque (le décès de l'assuré) et déclencher le versement de la prime en crypto-monnaie au tiers bénéficiaire. Le smart contract apparaît ici comme un outil qui faciliterait l'exécution d'une stipulation pour autrui et peut être recommandé en ce sens pour assurer au créancier une exécution automatique au bénéfice du tiers désigné.

2) *La promesse de porte-fort*

590. Un engagement personnel d'obtenir un consentement, une ratification ou une exécution. Dans la promesse de porte-fort, régie à l'article 1204 du code civil¹⁷⁶³, le promettant s'engage personnellement à obtenir le consentement du tiers et sera déchargé dès lors que ce consentement sera donné. Dans ce contrat, à la différence de la stipulation pour autrui, le promettant n'exécute en principe aucune obligation : l'engagement relève *in fine* du tiers.

Parfois, la promesse s'étend jusqu'à obtenir l'exécution par le tiers de ses obligations : il s'agit alors du porte-fort d'exécution¹⁷⁶⁴. Si le tiers n'exécute pas l'engagement promis, la sanction pour le promettant est seulement le versement de dommages et intérêts¹⁷⁶⁵. L'article 1204 du code civil inclut ces différentes hypothèses de porte-fort de ratification et d'exécution. Sa rédaction large permet même de viser le porte-fort de ratification, selon le rapport au président de la République¹⁷⁶⁶, où le promettant se porte fort d'obtenir le consentement à un acte déjà négocié et conclu.

¹⁷⁶³ Article 1204 du code civil : « On peut se porter fort en promettant le fait d'un tiers.

Le promettant est libéré de toute obligation si le tiers accomplit le fait promis. Dans le cas contraire, il peut être condamné à des dommages et intérêts.

Lorsque le porte-fort a pour objet la ratification d'un engagement, celui-ci est rétroactivement validé à la date à laquelle le porte-fort a été souscrit. »

¹⁷⁶⁴ V. M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 829 : dans ce schéma, « le promettant garantit en quelque sorte l'exécution de ses obligations par le tiers, et il n'est donc pas déchargé du seul fait de la ratification de l'engagement ».

¹⁷⁶⁵ La Cour de cassation a en effet jugé que le porte-fort, « débiteur d'une obligation de résultat autonome, est tenu envers le bénéficiaire de la promesse, des conséquences de l'inexécution de l'engagement promis » (Com., 1^{er} avr. 2014, n° 13-10.629, *Bull. civ. IV*, n° 67) et a précisé que « l'inexécution de la promesse de porte-fort ne peut être sanctionnée que par la condamnation de son auteur à des dommages-intérêts » (1^{er} civ., 7 mars 2018, n° 15-21.244, *Bull. civ. I*, n° 43) ; v. en ce sens F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 697 : « le porte-fort d'exécution n'est pas, comme la caution, tenu de la dette même du débiteur. Son obligation est de nature indemnitaire ».

¹⁷⁶⁶ « Le porte-fort est déjà prévu à l'actuel article 1120 du code civil, mais l'article 1204 de l'ordonnance en clarifie le régime. L'alinéa 1^{er} en propose tout d'abord une définition ouverte, incluant aussi bien le « porte-fort de ratification »

591. Le porte-fort, un contrat non informatisable. La solution est moins évidente pour la promesse de porte-fort. Aux premiers abords, on voit mal comment une promesse de porte-fort pourrait trouver à s'exécuter par un smart contract. Le porte-fort de ratification comme de conclusion ne semble pas pouvoir prospérer numériquement puisqu'il vise à obtenir un consentement et qu'aucune automaticité n'est recherchée ici. Le smart contract n'est donc pas l'outil adapté pour un tel contrat pour autrui. Quant au porte-fort d'exécution, le seul intérêt d'un smart contract serait de coder informatiquement la sanction en cas de non-exécution par le tiers de l'engagement promis, c'est-à-dire le versement par le promettant de dommages et intérêts au bénéficiaire¹⁷⁶⁷. Si l'instrument peut certes être utilisé à cet égard, il ne représente pas un atout particulier.

La promesse de porte-fort n'a donc pas vocation à trouver une véritable expression smart-contractuelle, faute de pouvoir intégrer le degré d'automaticité nécessaire dans ce contrat pour autrui. En réalité, la promesse de porte-fort comporte une dimension irréductiblement humaine et n'entre pas dans le champ d'application numérique des smart contracts. Ce contrat n'étant pas informatisable, il est donc incompatible avec les smart contracts. Ce même obstacle se retrouve en partie pour les actions ouvertes au créancier, difficilement informatisables.

B. Les actions ouvertes au créancier à l'épreuve des smart contracts

592. Des faveurs offertes au créancier par le droit. Le code civil autorise parfois un créancier à s'immiscer dans les relations contractuelles de son propre débiteur, afin d'obtenir ce qui lui est dû. De telles exceptions au principe de l'effet relatif sont expressément visées à l'article 1199 du code civil¹⁷⁶⁸, à savoir les actions oblique, paulienne et directe. Ces mécanismes visent à donner satisfaction au créancier quand le débiteur n'offre pas de paiement

(c'est-à-dire lorsque le promettant se porte fort d'obtenir le consentement à un acte qui est déjà négocié et conclu), le porte-fort dit « de conclusion » (lorsque dans un acte le promettant s'engage auprès du bénéficiaire à ce qu'un tiers conclue un autre acte juridique), que le « porte-fort d'exécution » (c'est-à-dire lorsqu'il s'engage à ce qu'un tiers exécute un contrat conclu avec le bénéficiaire, à titre de « garantie »). (...) Le dernier alinéa est propre au porte-fort de ratification : dans cette hypothèse l'acte conclu par le promettant (sans pouvoir) est rétroactivement validé par la ratification du tiers. Si le porte-fort ne portait que sur la conclusion d'un nouvel acte juridique ou l'exécution d'une obligation, l'exécution du fait promis par le tiers n'a pas à produire d'effet rétroactif. » (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016, op. cit.*)

¹⁷⁶⁷ Étant entendu que la somme sera versée en actifs numériques et non en euros... sauf à automatiser l'ordre de virement en euros, mais l'intérêt est très limité puisque l'intermédiaire de la banque est toujours nécessaire.

¹⁷⁶⁸ Article 1199 du code civil : « Le contrat ne crée d'obligations qu'entre les parties.

Les tiers ne peuvent ni demander l'exécution du contrat ni se voir contraints de l'exécuter, sous réserve des dispositions de la présente section et de celles du chapitre III du titre IV. » Les dispositions du chapitre III du titre IV du livre III du code civil concernent les actions ouvertes aux créanciers (articles 1341 à 1341-3).

satisfaisant¹⁷⁶⁹. Ainsi l'article 1341-1 du code civil¹⁷⁷⁰ permet-il à un créancier d'exercer une action oblique contre un débiteur de son propre débiteur, en cas de carence de ce dernier qui compromet les droits du créancier. Il s'agit, en somme, de sauver une possibilité d'obtenir un paiement alors que l'inaction du débiteur met en péril son patrimoine. Mais le créancier ne fait qu'exercer l'action de son débiteur et la créance recouvrée n'intégrera pas son propre patrimoine, mais celui de son débiteur¹⁷⁷¹.

Toujours suivant cette idée de sauvegarde du patrimoine du débiteur, sur lequel les droits du créancier peuvent s'exercer, un mécanisme permet au créancier d'agir en inopposabilité d'un acte passé par son débiteur en fraude de ses droits. Il s'agit de l'action paulienne, prévue à l'article 1341-2 du code civil¹⁷⁷². L'exercice de cette action suppose également l'intervention du juge, qui appréciera la preuve du préjudice du créancier et la fraude commise par le débiteur¹⁷⁷³.

Enfin, l'action directe, importée depuis les droits spéciaux vers le code civil à l'article 1341-3¹⁷⁷⁴ à l'occasion de la réforme de 2016, est autrement plus efficace : ici, le créancier agit directement contre le débiteur de son débiteur pour obtenir le paiement de sa créance. Il s'agit d'une véritable entorse au principe de l'effet relatif des contrats¹⁷⁷⁵. Le texte vise exclusivement les actions directes en paiement¹⁷⁷⁶ et ces actions ne sont ouvertes « que dans des cas déterminés

¹⁷⁶⁹ V. sur le sujet, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 841 s. ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, nos 1558-1617.

¹⁷⁷⁰ Article 1341-1 du code civil : « Lorsque la carence du débiteur dans l'exercice de ses droits et actions à caractère patrimonial compromet les droits de son créancier, celui-ci peut les exercer pour le compte de son débiteur, à l'exception de ceux qui sont exclusivement rattachés à sa personne. »

¹⁷⁷¹ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 846 : « par l'action oblique, le créancier n'exerce pas une action qui lui est propre mais uniquement l'action de son débiteur, aux lieu et place de celui-ci » et « le bénéfice de l'action réintègre le patrimoine du débiteur et ne profite donc pas directement au créancier exerçant qui se trouve au contraire en concurrence avec tous les autres créanciers ». On voit donc l'intérêt limité de cette action offerte au créancier.

¹⁷⁷² Article 1341-2 du code civil : « Le créancier peut aussi agir en son nom personnel pour faire déclarer inopposables à son égard les actes faits par son débiteur en fraude de ses droits, à charge d'établir, s'il s'agit d'un acte à titre onéreux, que le tiers cocontractant avait connaissance de la fraude. » L'action paulienne est une action personnelle, appartenant au créancier et exercée par lui en son nom personnel, ce en quoi elle se distingue de l'action oblique : F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 1578.

¹⁷⁷³ *Ibid.*, n° 1597.

¹⁷⁷⁴ Article 1341-3 du code civil : « Dans les cas déterminés par la loi, le créancier peut agir directement en paiement de sa créance contre un débiteur de son débiteur. »

¹⁷⁷⁵ J.-S. BORGHETTI, « Les effets du contrat à l'égard des tiers », *op. cit.*, p. 250.

¹⁷⁷⁶ *Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016, op. cit.* : « Le chapitre se clôt par une disposition sur les actions directes en paiement, absentes du code civil, qui vise à énoncer que ces actions existent dans les cas déterminés par la loi (article 1341-3). Un tel texte au sein du code civil, même s'il ne fait que renvoyer aux textes spéciaux, a paru utile compte tenu de l'importance pratique des actions directes en paiement. L'atteinte portée par les actions directes en paiement contre le débiteur de son débiteur, à l'effet relatif des conventions et au principe d'égalité des créanciers, par dérogation au droit commun, justifie qu'elles ne puissent résulter que d'une disposition légale. Ce texte n'est toutefois relatif qu'aux actions directes en paiement et ne concerne pas les actions directes en responsabilité ou en garantie, de sorte que les solutions jurisprudentielles actuelles, notamment sur les chaînes translatives de propriété, ne sont pas affectées par ce texte. »

et au profit de certains créanciers »¹⁷⁷⁷. À ce titre, « l'action directe est plus un droit qu'une action », à la différence des actions oblique et paulienne qui nécessitent une action en justice¹⁷⁷⁸. Cela explique d'ailleurs que soient exclues des actions directes visées à l'article 1341-3 précité les actions en responsabilité ou en garantie. Pour ces dernières, le créancier dispose cependant d'une autre ressource : la Cour de cassation a reconnu la nature contractuelle des actions en responsabilité ou en garantie dans les chaînes de contrats translatives de propriété¹⁷⁷⁹. Le sous-acquéreur peut ainsi agir directement en responsabilité ou en garantie contre le vendeur initial ou fabricant du bien concerné.

L'adaptation de ces actions aux smart contracts présente d'importantes difficultés, tant pour les actions classiquement offertes au créancier (1) que pour le cas spécifique des chaînes de contrats (2).

1) L'incompatibilité des actions ouvertes au créancier avec le mécanisme des smart contracts

593. Une difficile adaptation des actions offertes aux créanciers dans le cadre des smart contracts. Lorsque l'exécution du contrat est prévue par un smart contract, la mise en œuvre de ces exceptions prévues à l'effet relatif des contrats présente des difficultés. L'exécution irrésistible et immuable prévue par un smart contract déployé sur une blockchain s'oppose par principe à l'exercice d'une action ayant pour objet l'exécution du contrat en dehors de la logique programmée, que l'action vise à obtenir une exécution en nature ou par équivalent. En effet, l'exécution est déjà prévue et ne peut pas être déclenchée autrement que suivant les conditions initialement codées. Les exceptions au principe de l'effet relatif semblent alors ne pas pouvoir être exercées en présence d'un smart contract, faute d'être informatisables et prévues en amont. Ces difficultés sont exacerbées lorsque l'action est de nature judiciaire.

594. La nature judiciaire des actions paulienne et oblique, un obstacle insurmontable. Ce constat s'impose nécessairement pour l'action paulienne et l'action oblique, de nature judiciaire et supposant donc l'intervention d'un juge pour produire des

¹⁷⁷⁷ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1607. En effet, l'article 1341-3 n'ouvre en effet l'action directe que « dans les cas déterminés par la loi ».

¹⁷⁷⁸ *Id.*

¹⁷⁷⁹ Pour les chaînes homogènes translatives de propriété, 1^o civ., 9 oct. 1979, n° 78-12.502, *Bull. civ.* I, n° 241 ; pour les chaînes non homogènes translatives de propriété, Ass. plén. 7 février 1986, n° 83-14.631 et n° 84-15.189, *Bull. ass. plén.* n° 2. Il faut retenir de cette jurisprudence que la transmission des actions de nature contractuelle au sous-acquéreur s'attache à la chose transmise comme un accessoire : c'est souvent une des justifications avancées. V. sur le sujet, *Ibid.*, n° 689 ; M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n°s 853-861.

effets¹⁷⁸⁰. Par hypothèse, elles ne peuvent pas être exécutées automatiquement par un smart contract, aucune automaticité n'étant ici possible ou même souhaitable, ce qui n'empêche pas de les exercer par ailleurs si le créancier est impayé de sa créance. L'action directe présente d'autres difficultés de transposition, puisque sa traduction dans le smart contract supposerait une anticipation contre-nature.

595. L'impossible anticipation informatisée de l'action directe. L'action directe n'a, à première vue, pas davantage de chance de prospérer, dès lors que le bénéficiaire du smart contract est déjà indiqué de façon immuable lors de la signature de celui-ci. Il serait certes possible d'anticiper d'une possible action directe, en indiquant au smart contract de s'exécuter, sur ordre du créancier, au bénéfice d'une adresse publique désignée. Informatiquement, la solution sera identique à celle permettant la mise en place d'une stipulation pour autrui, à la différence près que pour ce dernier mécanisme, le bénéficiaire final est directement identifié en amont. Mais anticiper une action directe n'est-il pas une hétérodoxie ? L'action directe intervient généralement quand un débiteur ne s'exécute pas. Il faudrait donc anticiper une inexécution, alors même que le smart contract vise précisément à anticiper l'inverse, à savoir la bonne exécution du contrat ! En tout état de cause, le créancier initial ne peut pas intervenir pour ordonner au smart contract du débiteur de son débiteur de le payer directement. Plus encore, il ne peut pas anticiper l'existence et la qualité du débiteur de son débiteur.

Il nous semble donc que le recours au smart contract supprime le besoin même d'une action directe, dans la mesure où le smart contract écarte l'hypothèse d'une inexécution due à une erreur ou une négligence humaine. Plus largement, il n'est pas souhaitable d'alourdir la programmation du smart contract par l'éventualité d'une action directe, s'éloignant de la philosophie et du fonctionnement des smart contracts. Il sera toujours loisible au créancier bénéficiaire du smart contract d'indiquer un autre bénéficiaire de sa propre initiative, si la programmation initiale offre cette souplesse.

2) *Les chaînes de contrats et les smart contracts*

596. Le cas particulier des chaînes de contrats dans une chaîne de blocs. Quant aux chaînes de contrats, peut-on adapter les règles dégagées par la jurisprudence aux smart contracts qui sont exécutés sur une chaîne de blocs ? Il sera certainement possible de déceler des chaînes

¹⁷⁸⁰ Sur la question épineuse de la saisine du juge, v. *infra* §677 s. Mais le problème ici résulte surtout dans l'impossible automatisation de telles actions *ab initio*, puisque ces actions sont à but curatif. Par définition, elles ne sont pas anticipées.

de contrats informatisables – nécessairement exécutés par smart contract. Il s’agira alors de chaînes translatives de propriété, les contrats successifs portant sur un même actif numérique.

L’avantage du recours aux smart contracts sera de pouvoir tracer facilement la chaîne des propriétaires successifs d’un actif numérique qui aurait été transmis par différents smart contracts successifs, qu’il s’agisse de purs smart contracts ou de contrats hybrides, ou éventuellement de smart contracts d’application. Grâce aux caractéristiques de la blockchain, nul risque d’une double vente d’un même bien : la vente de la chose d’autrui est en principe impossible sur la blockchain, grâce à l’unicité et l’antériorité de chaque transaction contrôlées cryptographiquement.

597. Les obstacles à la mise en œuvre par un smart contract des actions propres aux chaînes de contrats. Qu’en est-il des actions ouvertes à un contractant se situant à l’extrémité de la chaîne de contrats ? Les obstacles à leur exercice sont au nombre de deux. En premier lieu, il faut que l’action puisse s’exercer informatiquement, ce qui sera rarement le cas puisque les actions des sous-acquéreurs sont la plupart du temps exercées en justice pour obtenir l’engagement de la responsabilité du fabricant, voire une réparation ou un remplacement du bien. Une telle action en garantie ne pourrait donc pas s’exercer par le biais informatiquement d’un smart contract puisqu’elle suppose l’intervention d’un juge et une condamnation à remplacer le bien ou à verser des dommages et intérêts¹⁷⁸¹.

En second lieu, si le contractant mécontent veut agir, encore faut-il pouvoir identifier le contractant extrême de la chaîne, c’est-à-dire le vendeur ou fabricant initial. Si la blockchain offre la possibilité de connaître les adresses publiques de tous les contractants de la chaîne et de tracer parfaitement les transferts de propriété opérés, le pseudonymat caractéristique de ce registre ne permet en principe pas de toujours retrouver l’identité des contractants en cause. Ce pseudonymat ne sera levé que dans les cas où tous les smart contracts concernés sont des smart contracts d’application de contrats préexistants ou des contrats hybrides, où les parties sont clairement identifiées.

En réalité, les actions en responsabilité et en garantie, qui supposent une intervention du juge¹⁷⁸², et le plus souvent une action non informatisable, ne feront pas l’objet d’une automatisation smart contractuelle. Le débat est donc écarté : ces actions ne sont pas adaptées pour une exécution par un smart contract, mais il n’est pas exclu qu’elles puissent continuer à

¹⁷⁸¹ On pourrait certes envisager une clause de sanction en cas de défaut dommageable du bien, qui déclencherait une indemnisation automatique du contractant extrême. Mais cette solution présente de nombreux inconvénients : définition et constatation du dommage susceptible de déclencher l’indemnisation, exercice discrétionnaire de la fonction et potentiel abus, etc. Aucun contractant n’acceptera de se soumettre à une clause de garantie automatique si elle n’est pas strictement encadrée. Le recours au juge semble indispensable en la matière.

¹⁷⁸² V. *supra*, note 1780.

être exercées classiquement, et ce d'autant plus qu'elles relèveront le plus souvent de contrats entre un professionnel et un consommateur ou entre professionnels, où l'identité des parties sera connue.

598. Conclusion de la section. Lorsque l'exécution d'une obligation contractuelle est confiée à un smart contract, elle sera en principe exécutée de façon conforme à la volonté des parties. Le smart contract, grâce à sa logique informatique conditionnelle, permet tout particulièrement de respecter et de mettre en œuvre automatiquement certaines modalités des obligations, telles que le terme et la condition dont la réalisation ou la non-réalisation déclenchera automatiquement les actions subséquentes prévues dans le code informatique. Le smart contract est à cet égard un atout pour l'exécution des obligations.

Il peut alors être qualifié de paiement, lorsqu'il effectue l'exécution conforme d'une obligation informatisable. La qualification de paiement est une proposition intéressante pour les smart contracts, en ce qu'elle s'applique à la fonction primaire et essentielle de l'instrument : l'exécution automatique et conforme. Elle permet de rendre compte de ce qu'il est possible de recourir à des smart contracts pour exécuter des obligations – sans se cantonner nécessairement au domaine des obligations contractuelles, au demeurant – et de leur contribution au renforcement de la force obligatoire. Dans le cadre des contrats informatisables, le smart contract est donc à la fois contrat et paiement, témoignant une fois de plus de la fusion de la formation et de l'exécution du contrat au sein d'un même instrumentum informatique. Cette qualification de paiement revêt toutefois une portée limitée aux seules obligations et autres effets juridiques informatisables. En particulier, il est peu probable à ce jour que des obligations ayant pour objet le versement de cryptomonnaies soient qualifiées d'obligations monétaires et se voient appliquer le régime correspondant. Il faudra en tout état de cause s'assurer de l'identité des parties au paiement pour que celui-ci soit libératoire et éviter des paiements indus. L'intérêt réside toutefois dans la preuve facilitée des paiements effectués par un smart contract. Il est proposé de reconnaître la valeur probante des inscriptions dans la blockchain à cet effet, comme moyen de preuve du paiement ainsi effectué.

Les parties au smart contract sont ainsi les seules tenues d'exécuter le contrat, conformément à l'effet relatif des contrats, ce qu'assure parfaitement le smart contract. Cette rigidité dans l'exécution est alors un obstacle pour accueillir certaines des exceptions à l'effet relatif, en particulier lorsqu'elles reposent sur une intervention humaine ou judiciaire. C'est le cas de la promesse de porte-fort, qui s'accommode mal d'une automatisation, comme des actions paulienne et oblique, mais aussi des actions de nature contractuelle dans les chaînes de contrats, qui relèvent du terrain judiciaire. Parfois, l'automatisme du smart contract prive d'intérêt des mécanismes, tels que l'action directe, ou au contraire les favorise, comme la

stipulation pour autrui. En tout état de cause, il n'est pas recommandé d'inclure trop d'exceptions à l'exécution prévue dans le code informatique, au risque d'alourdir trop sensiblement la programmation du smart contract et de le rendre trop peu attrayant.

De manière générale, l'analyse révèle que l'automatisation permise par les smart contracts favorise une certaine déjudiciarisation du droit des contrats et fige d'autant plus le contenu du contrat au jour de sa conclusion.

Ce constat se confirme au stade de la vie du contrat, où l'automaticité et l'inflexibilité des smart contracts s'accordent mal avec la flexibilité du droit permettant d'appréhender nombre d'incidents au cours de l'exécution.

Section 2 – Au cours de la vie du contrat

599. Des obstacles à l'exécution du contrat par le smart contract. Des difficultés ou événements perturbateurs peuvent survenir au cours de la vie d'un contrat. Il peut s'agir d'un changement de contractant, d'un changement de volonté conduisant à mettre fin au contrat, ou encore d'un changement de circonstances qui modifie le contexte dans lequel le contrat a été conclu. Parfois encore, les parties ne s'accordent pas sur la façon d'exécuter le contrat, ce qui impose d'en interpréter le contenu. L'enjeu est de savoir si ces incidents qui ponctuent la vie du contrat peuvent être pris en compte par le smart contract. La réponse est loin d'être évidente.

Du fait des caractères irrésistible et imperméable au monde extérieur de l'exécution des smart contracts sur une blockchain, il ne serait pas possible que le smart contract connaisse des modifications non prévues lors de sa programmation initiale. La prise en compte des incidents serait alors contraire au fonctionnement même du smart contract. Pourtant, le droit autorise les parties à modifier le contenu de leur contrat, à changer de contractant, ou encore donne des clés aux parties lorsque des événements imprévus surviennent ou que les parties ne sont pas d'accord sur le sens à donner à leur contrat. La confrontation des smart contracts à ces règles est alors indispensable. L'analyse permettra de déceler, tant s'agissant des incidents relatifs au contenu du contrat (I) que des incidents relatifs aux parties au contrat (II), les enseignements et adaptations réciproques du droit des contrats et des smart contracts, afin d'assurer tant que possible une exécution conforme du contrat par le smart contract.

I. Les incidents relatifs au contenu du contrat

600. Enjeux pour le smart contract. Différents incidents peuvent porter atteinte au contenu du contrat avant sa complète exécution. Déjà, l'interprétation du contrat peut se révéler nécessaire. Or, en présence d'un contrat exécuté par un smart contract, l'interprétation peut concerner tant le smart contract lui-même, malgré l'inflexibilité du langage informatique¹⁷⁸³, que les clauses classiques du contrat. L'enjeu réside alors dans la prise en compte de l'interprétation par le smart contract dans l'un ou l'autre cas (A).

Parfois, ce n'est pas l'interprétation du contrat qui est requise pour son bon déroulement, mais sa modification, soit parce que les parties le décident, soit parce qu'un imprévu rend nécessaire l'adaptation des clauses contractuelles. Tout l'enjeu repose sur la possibilité de modifier le smart contract (B).

¹⁷⁸³ Sur ce point, v. *supra*, §249 s.

Enfin, certains incidents au cours de la vie du contrat peuvent conduire à y mettre fin de manière consensuelle ou unilatérale. À la révocation du contrat devra alors répondre une nécessaire extinction du smart contract pour éviter toute exécution d'un contrat pourtant révoqué (C).

A. L'interprétation

601. L'interprétation du contrat à l'épreuve de l'inflexibilité du code. Il n'est pas évident de déterminer quand l'interprétation s'avère nécessaire en présence d'un contrat exécuté par un smart contract. À première vue, l'inflexibilité du code rend toute interprétation superflue, constat qui pourrait être corroboré par l'exécution en principe irrésistible et automatique du smart contract. Mais l'interprétation du smart contract peut en réalité s'avérer inévitable dans certains cas. De plus, l'interprétation des clauses classiques n'est pas exclue. En effet, quand bien même leur exécution serait programmée informatiquement, l'ambiguïté peut persister et conduire à des contestations quant à l'exécution réalisée. Il faut donc commencer par identifier toutes les situations où l'interprétation du contrat s'impose, tant dans ses clauses classiques que smart contractuelles (1).

Ensuite, il faut encore déterminer comment mener cette interprétation. Plusieurs écueils se présentent. Déjà, s'il existe des règles d'interprétation des contrats bien connues en droit positif, il n'est pas certain que celles-ci trouvent facilement à s'appliquer en présence d'un smart contract rédigé en langage informatique. Ensuite, c'est la question de la prise en compte de l'interprétation du contrat classique par le smart contract qui se pose. Il faut en effet trouver une solution pour transmettre au smart contract l'interprétation qui pourrait avoir une incidence sur son cours. Des règles d'interprétation devront alors être précisées afin de permettre à la fois le respect du droit existant et une mise en œuvre efficace de l'interprétation du contrat (2).

1) L'identification des cas d'interprétation

602. L'illusion de l'absence d'ambiguïté du code informatique. En principe, le recours à un smart contract pour exécuter un contrat devrait rendre superflue toute interprétation du code informatique. Le code informatique, par essence inflexible et construit suivant une syntaxe stricte, ne devrait en principe pas pouvoir contenir d'ambiguïté. En effet, « interpréter, c'est déterminer le sens et la portée des obligations contractées »¹⁷⁸⁴. C'est donc seulement en cas de

¹⁷⁸⁴ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 602.

désaccord ou d'incertitude sur le sens ou la portée d'une clause contractuelle que les parties ou le juge, en cas de contentieux, se retrouvent à devoir l'interpréter. Or, les caractéristiques de l'exécution d'un smart contract dans une blockchain¹⁷⁸⁵ ne devraient pas laisser de place à cet espace d'interprétation des clauses : l'exécution étant programmée, le code s'exécutera tel qu'il a été conçu. L'inflexibilité du code informatique du smart contract s'affiche comme rempart à l'interprétation¹⁷⁸⁶, ou du moins est-ce ce qui semble s'imposer à première vue. Car en réalité, une ambiguïté peut toujours subsister¹⁷⁸⁷ et le code informatique ne pas s'exécuter tel que les parties l'avaient anticipé, ou ne pas s'exécuter du tout. Dans ces situations, c'est donc la partie smart contractuelle du contrat informatisable qui doit être interprétée. Il faut préciser ces cas où l'interprétation est nécessaire.

603. Identification des cas nécessitant l'interprétation du smart contract.

L'ambiguïté dans le smart contract peut se révéler à deux niveaux différents. D'une part, l'ambiguïté sera extrinsèque toutes les fois que la condition devant être satisfaite pour déclencher l'exécution du smart contract se vérifie dans le monde « fiat »¹⁷⁸⁸, c'est-à-dire qu'elle repose sur une donnée *off-chain*¹⁷⁸⁹. Par exemple, l'ambiguïté peut provenir du recours à une « notion floue », sujette à interprétation¹⁷⁹⁰. Dans ces situations, la transmission par l'oracle de l'information relative à la réalisation ou non-réalisation de la condition peut avoir des effets néfastes sur le smart contract, en bloquant une exécution pourtant due ou, à l'inverse, en provoquant une exécution indue. L'interprétation peut donc s'avérer nécessaire pendant le stade de la vérification des conditions ou *a posteriori* devant le juge, lorsqu'une des parties estime que le smart contract a été exécuté à tort ou aurait dû être exécuté. Le cours de l'exécution en principe irrésistible du smart contract se trouve perturbé par cette ambiguïté extrinsèque.

D'autre part, l'ambiguïté est intrinsèque lorsque c'est le code informatique qui nécessite une interprétation. Cette nécessité se révélera le plus souvent en cas de conflit entre les parties au smart contract sur le sens à donner au code informatique, qui ne s'exécute pas

¹⁷⁸⁵ Sur l'inafaillibilité et l'irrésistibilité de l'exécution du smart contract, v. *supra*, §204 s.

¹⁷⁸⁶ Sur l'inflexibilité comme obstacle affiché à l'interprétation, v. *supra*, §249 s.

¹⁷⁸⁷ Sur l'ambiguïté résiduelle dans le code informatique, v. *supra*, §251, et dans le même sens, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 4.10-4.12.

¹⁷⁸⁸ V. sur ce point, *supra* §251.

¹⁷⁸⁹ Les données *off-chain* sont celles qui ne sont pas directement vérifiables sur la blockchain concernée (v. *supra*, §100).

¹⁷⁹⁰ Les notions floues et les standards sont souvent utilisés en droit des contrats, précisément en raison de leur flexibilité : v. *supra* §254 s. Par exemple, une clause qui se réfère à un « délai raisonnable » : c'est à l'oracle d'apprécier si le délai écoulé est raisonnable ou non. Ou encore, une promesse de vente signée avec une indemnité d'immobilisation, où celle-ci sera versée en cas de rétraction pour non obtention fautive d'un financement... alors que les acquéreurs se sont engagés à faire leurs « meilleurs efforts » pour obtenir des offres de prêt à des conditions fixées.

comme l'une des parties le pensait¹⁷⁹¹. Il en est de même en cas de blocage imprévu dans l'exécution du code informatique. L'ambiguïté peut en effet provenir de la rédaction du code informatique, et donc du développeur¹⁷⁹². Se posera alors la question du sens qu'il a entendu donner aux lignes de code ainsi écrites, qui peuvent tout à fait contenir des erreurs techniques et bloquer le bon déroulement du programme¹⁷⁹³. Mais l'ambiguïté peut aussi provenir des instructions transmises par les parties au développeur, sur la portée desquelles il a pu se méprendre. Il s'agira alors d'une erreur de traduction¹⁷⁹⁴. L'enjeu sera de déterminer sur quelles données s'appuyer pour résoudre ces conflits empêchant l'exécution du smart contract¹⁷⁹⁵. Par ailleurs, au-delà de l'interprétation des clauses smart contractuelles, c'est l'interprétation plus classique des clauses juridiques du contrat qui peut s'avérer nécessaire.

604. Identification des cas nécessitant l'interprétation des clauses juridiques. De façon bien plus classique, un contrat peut nécessiter une interprétation dans diverses situations. Par exemple, une clause n'est pas bien rédigée ou n'est pas suffisamment précise, induisant en erreur la partie débitrice de l'obligation quant à l'objet de l'obligation ou quant au moment de son exécution, ce qui entraînera alors une inexécution aux yeux de son cocontractant. Pour dénouer la situation, chaque partie invoquera une interprétation différente de la clause concernée, l'une estimant qu'une obligation était due quand l'autre refusera cette exécution. Il est tout à fait envisageable que ces nécessités d'interprétation se présentent également dans des contrats par la suite exécutés par un smart contract d'application ou dans des contrats hybrides. En effet, toute clause juridique classique peut être sujette à interprétation. L'identification n'est donc pas spécifique dans notre étude. C'est en revanche l'enjeu de cette interprétation qui revêt un intérêt particulier.

605. Enjeu de l'interprétation des clauses classiques. Si un contrat est exécuté par un smart contract, l'interprétation des clauses informatisables¹⁷⁹⁶ sera délicate. En effet, ces clauses sont présentes en langage classique juridique dans le contrat préexistant ou dans le contrat hybride et peuvent nécessiter une interprétation. Mais elles sont également traduites en langage informatique afin d'être automatiquement exécutées par le smart contract lorsque les conditions en sont réunies. Or, rien ne peut en principe arrêter cette exécution automatique.

¹⁷⁹¹ LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 4.12.

¹⁷⁹² V. *supra* §251, et J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 11-12.

¹⁷⁹³ Sur l'erreur humaine dans la programmation, v. *supra* §282 ; v. aussi LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 4.29.

¹⁷⁹⁴ Sur l'erreur de traduction, v. *supra* §283. Le cas peut se présenter tant pour le contrat hybride que pour le smart contract d'application exécutant le contrat préexistant.

¹⁷⁹⁵ V. *infra*, §608 s. et §611 s.

¹⁷⁹⁶ Sur l'identification des clauses informatisables, v. *supra*, §456 s.

Cela signifie que l'interprétation des clauses juridiques classiques n'a aucune incidence sur le smart contract d'application ou sur le smart contract intégré. Celui-ci continuera à s'exécuter tel qu'initialement programmé, sans qu'une interprétation des clauses juridiques ne puisse changer le cours du code informatique.

L'enjeu est donc de savoir dans quels cas l'interprétation des clauses juridiques doit être prise en compte par le smart contract déployé sur la blockchain et surtout comment la mettre en œuvre. En effet, si une interprétation du contrat conduit à priver d'intérêt l'exécution par le smart contract, encore faut-il pouvoir transmettre au smart contract l'information permettant d'en arrêter le cours ou éventuellement d'en modifier les conséquences *a posteriori*. Il est donc essentiel de prévoir dans le smart contract une possibilité de transmettre des instructions ultérieures consécutives à l'interprétation retenue, ainsi qu'une fonction d'arrêt du smart contract, si le contrat ne devait plus être exécuté.

La recherche des règles d'interprétation du contrat comme du smart contract doit donc s'accompagner d'une possibilité de mise en œuvre efficace dans le smart contract.

2) *La recherche des règles d'interprétation*

606. Les règles connues en droit positif. Le code civil prévoit tout un arsenal de règles d'interprétation des contrats à destination du juge. Aussi celui-ci doit-il, selon l'article 1188¹⁷⁹⁷, accorder avant tout une importance centrale à la recherche de la volonté commune des parties¹⁷⁹⁸ et à défaut, s'en remettre à la raison¹⁷⁹⁹, pour retrouver le contenu du contrat. Le juge doit donc faire primer l'esprit sur la lettre du contrat, en s'aidant le plus souvent d'éléments extrinsèques, comme des éléments de correspondance, des documents contractuels¹⁸⁰⁰, ou encore un commencement d'exécution¹⁸⁰¹.

Diverses règles bien connues, pour certaines rationalisées par la réforme de 2016¹⁸⁰², viennent ensuite compléter ce principe phare. D'un côté, le juge doit rechercher la cohérence

¹⁷⁹⁷ Article 1188 du code civil : « Le contrat s'interprète d'après la commune intention des parties plutôt qu'en s'arrêtant au sens littéral de ses termes.

Lorsque cette intention ne peut être décelée, le contrat s'interprète selon le sens que lui donnerait une personne raisonnable placée dans la même situation. »

¹⁷⁹⁸ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 788.

¹⁷⁹⁹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, nos 606 et 608.

¹⁸⁰⁰ Sur la notion de documents contractuels, v. M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 477 ; F. LABARTHE, *La notion de document contractuel, op. cit.* Mme Labarthe définit les documents contractuels comme « ceux qui contribuent à la formation ou à la réalisation du contrat, et par là engagent à titre d'élément du contrat » (n° 7). La notion peut recouvrir tant les documents précontractuels que les documents annexes voire post-contractuels. Tous ces documents peuvent justement venir compléter le document contractuel principal (n° 10).

¹⁸⁰¹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 608.

¹⁸⁰² Il s'agit des articles 1188 à 1192 du code civil. Sur ces nouveaux textes et la rationalisation opérée, v. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*,

entre les stipulations contractuelles¹⁸⁰³ ; d'un autre côté, le législateur intime parfois au juge de faire prévaloir des volontés qui pourraient autrement se trouver écrasées sous le poids de leur cocontractant. Tel est le cas du débiteur de l'obligation de manière générale, et de l'adhérent au contrat d'adhésion de manière plus spécifique¹⁸⁰⁴, et ce quand bien même il serait créancier de l'obligation litigieuse. Nombreuses sont donc les règles qui guident l'interprétation judiciaire.

L'interprétation peut aussi être guidée par les clauses du contrat. Il faut alors s'intéresser aux clauses d'interprétation qui pourraient être insérées dans les contrats exécutés par un smart contract (a) avant de proposer les solutions à préconiser en l'absence de telles clauses (b).

a) *Les clauses d'interprétation appliquées aux smart contracts*

607. Les clauses d'interprétation. Les parties peuvent anticiper les problèmes d'interprétation et préférer introduire dans le contrat lui-même des guides d'interprétation. Plusieurs clauses d'interprétation sont envisageables. Par exemple, une classique clause des quatre coins ou clause d'intégralité¹⁸⁰⁵ permettrait de signifier que le contrat est entièrement contenu dans le document concerné et qu'il convient de ne pas prendre en compte d'autres documents extérieurs.

À l'inverse, quand plusieurs documents sont échangés, les parties peuvent prévoir une clause de priorité, donnant la préférence à l'un des documents pour l'interprétation¹⁸⁰⁶. Plus particulièrement en matière de contrats multilingues, des clauses de traduction donnent la priorité d'interprétation à l'une des versions¹⁸⁰⁷. L'intérêt est de faire reposer l'interprétation

p. 413. Ces dispositions, « formellement distinctes des textes antérieurs », « ne modifient pas totalement le droit positif ». En effet, « dans un esprit de clarification et de simplification, il s'est surtout agi de reformuler les principales directives d'interprétation antérieures et de supprimer celles qui présentaient moins d'importance ».

¹⁸⁰³ De la recherche de la commune intention des parties découle en effet la recherche de la cohérence interne du contrat selon l'article 1189 du code civil : « Toutes les clauses d'un contrat s'interprètent les unes par rapport aux autres, en donnant à chacune le sens qui respecte la cohérence de l'acte tout entier.

Lorsque, dans l'intention commune des parties, plusieurs contrats concourent à une même opération, ils s'interprètent en fonction de celle-ci. »

¹⁸⁰⁴ Article 1190 du code civil : « Dans le doute, le contrat de gré à gré s'interprète contre le créancier et en faveur du débiteur, et le contrat d'adhésion contre celui qui l'a proposé. »

¹⁸⁰⁵ W. DROSS, *Clausier, op. cit.*, p. 434, au sujet de la clause d'intégralité : « elle consiste à affirmer que l'accord signé par les parties et figurant ladite clause contient l'intégralité des obligations qui les lient » ; v. aussi, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 603.

¹⁸⁰⁶ La clause de priorité vise surtout à hiérarchiser les documents échangés entre les parties au contrat pour régler les contradictions qui pourraient survenir. Elle est généralement utilisée pour les conditions générales et les conditions particulières du contrat. V. W. DROSS, *Clausier, op. cit.*, p. 473-473.

¹⁸⁰⁷ V. F. BUY *et al.*, *Les principales clauses des contrats d'affaires, op. cit.*, n° 1788, V° « Clause de traduction », spéc. n° 1788 : « la clause de traduction prévient ou résout un conflit de traduction qui peut se présenter, soit lorsqu'il existe plusieurs versions du contrats, dans des langues distinctes (contrat multilingue), signées par les parties ; soit

exclusivement sur la version dans la langue de rédaction et d'écarter les autres versions¹⁸⁰⁸ ; les erreurs de traduction sont alors privées de toute portée.

Ces exemples de clauses d'interprétation présentent l'avantage d'anticiper la nécessité d'une interprétation en précisant les documents de référence à prendre en compte pour s'accorder sur le contenu du contrat. S'agissant de clauses du contrat, elles seront soumises au contrôle du juge quant à leur validité – qui ne pose en principe aucun problème¹⁸⁰⁹ – et le juge devra lui-même se soumettre aux règles conventionnellement édictées pour l'interprétation du contrat.

Parmi ces quelques clauses, la clause de priorité apparaît la plus adaptée aux smart contracts et son analyse doit être précisée.

608. La clause de priorité appliquée aux smart contracts. En insérant dans leur contrat une clause de priorité, les parties conviennent que les clauses en langage juridique naturel s'imposent sur les lignes de code en cas de contradiction entre les deux versions. Cette clause permettra de guider l'interprétation par le juge, qui pourra rechercher si la volonté exprimée dans les clauses en langage naturel est respectée par le code informatique, à l'aide d'un expert codeur, faute de maîtriser lui-même le code informatique¹⁸¹⁰, pour l'éclairer sur le sens du programme informatique déployé. Il est fortement recommandé d'intégrer une telle stipulation contractuelle favorisant l'interprétation du langage naturel dans la convention de recours au smart contract¹⁸¹¹. Deux degrés de clause de priorité sont envisageables, selon que l'on se trouve en présence d'un contrat exécutable par un smart contract d'application ou d'un contrat hybride.

609. 1°) Le cas du contrat exécutable par un smart contract d'application. Pour le contrat exécutable par un smart contract d'application, la priorité doit être donnée sans

lorsqu'il n'existe qu'une seule version du contrat, mais dans une langue autre que celle de certains des contractants ». V. également sur le sujet, J.-M. MOUSSERON et P. MOUSSERON, « La langue du contrat », *op. cit.*, n° 21 ; A.-M. LEROYER, « Fasc. 872 : Langue française », *op. cit.*, n° 106 ; F. X. TESTU, *Contrats d'affaires, 2015-2016, op. cit.*, n° 37.49.

¹⁸⁰⁸ V. par exemple la clause suivante : « Le contrat et les documents contractuels complémentaires auxquels il se réfère sont rédigés en langue [...] et seront interprétés selon cette langue, nonobstant toute autre version linguistique. » (F. BUY et al., *Les principales clauses des contrats d'affaires, op. cit.*, n° 1797) ou encore cette clause : « Langue du contrat. Le présent texte est rédigé en français et en anglais, les deux textes ayant également vocation à faire foi. Toutefois, en cas de divergence linguistique et conformément aux Principes d'Unidroit sur les contrats, §4.7, préférence sera accordée à l'interprétation fondée sur une version d'origine. A cet égard, il est précisé que le texte français constitue la version d'origine » (F. X. TESTU, *Contrats d'affaires, 2015-2016, op. cit.*, n° 37.49).

¹⁸⁰⁹ W. DROSS, *Clausier, op. cit.*, p. 474 : « en principe, les clauses d'interprétation sont valables au nom de la liberté contractuelle » ; on peut réserver le droit de la consommation, qui impose que « la clause s'interprète dans le sens le plus favorable au consommateur ».

¹⁸¹⁰ V. la proposition de M. Schreppel de développer des compétences d'experts judiciaires en code informatique afin d'assister les juges saisis de l'interprétation de smart contracts : T. SCHREPPPEL, *Smart contracts and the digital single market through the lens of a "law + technology" approach, op. cit.*, p. 36.

¹⁸¹¹ Sur cette clause et son insertion dans les contrats dont l'exécution sera confiée à un smart contract, v. *supra*, §556.

hésitation et avec exclusivité au contrat en langage naturel¹⁸¹². La convention de recours au smart contract¹⁸¹³ pourrait alors contenir la provision suivante, donnant entière priorité à la version en langage naturel et excluant toute interprétation du smart contract :

« Le contrat et les documents contractuels complémentaires auxquels il se réfère sont rédigés en langue française et seront interprétés selon cette langue. L'interprétation de cette version du contrat se fera nonobstant toute divergence linguistique pouvant résulter du smart contract d'application du présent contrat, rédigé en langage informatique [x]. La version informatique n'a pas vocation à être interprétée. »

Une telle stipulation permet d'anticiper l'issue des erreurs de traduction en rappelant que le contrat classique doit prévaloir. Cette solution a le mérite de faciliter également la phase contentieuse, puisque le juge saisi statuera nécessairement au regard de la version en langage juridique naturel, faute de pouvoir lui aussi comprendre le code informatique¹⁸¹⁴. En tout état de cause, il faut donner la priorité à l'*instrumentum* qui aura recueilli le consentement valable des parties, c'est-à-dire le contrat en langage naturel, et écarter le code informatique contraire ou divergent. La situation est donc différente pour le contrat hybride, où les deux versions ont recueilli le consentement des parties.

610. 2°) Le cas du contrat hybride. Pour un contrat hybride, où le smart contract est rédigé en même temps que la couche contractuelle classique, il serait possible de s'en tenir à une simple clause de priorité en faveur de la version en langage naturel, sans exclure totalement la couche smart contractuelle de l'interprétation. La clause serait plus adaptée à ce type de contrat où les deux couches sont en principe rédigées ou générées dans un même temps. La rédaction suivante pourrait être adoptée :

¹⁸¹² Cette proposition a été faite pour les *computable contracts* également : K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 322-323, où les parties au contrat informatisable peuvent choisir de ne pas prendre en compte le résultat informatisé s'il diverge finalement de l'intention contractuelle des parties. Le rapport britannique sur les *smart legal contracts* (LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 4.28) formule une proposition similaire : "*parties would be well advised to stipulate which of the two expressions of the term is the primary one, or which takes precedence in the event of a conflict.*" (nous traduisons : il est conseillé aux parties de préciser laquelle des deux expressions [en code ou en langage naturel] est la principale, ou celle qui prévaut en cas de conflit).

¹⁸¹³ V. *supra*, §556.

¹⁸¹⁴ V. en ce sens, R. O'SHIELDS, « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *op. cit.*, p. 190.

« Le présent contrat est rédigé en français et en langage informatique [x], les deux couches contractuelles ayant également vocation à faire foi. Toutefois, en cas de divergence linguistique, préférence sera accordée à l'interprétation fondée sur la version rédigée en français. »

Cette clause est proche de la précédente proposée en présence d'un smart contract d'application, mais n'exclut pas expressément la version informatique, qui pourrait s'avérer très utile si les clauses classiques sont incomplètes ou obscures.

Dans le cas où le contrat hybride serait rédigé principalement à partir du smart contract, avec seulement des commentaires en langage naturel pour y ajouter des clauses juridiques¹⁸¹⁵, il pourrait être intéressant d'intégrer une clause des quatre coins si les parties entendent limiter l'interprétation de leur contrat aux seuls éléments insérés dans le fichier comportant le code source du smart contract et les commentaires en langage naturel. Si en revanche les parties n'ont prévu aucune clause d'interprétation, il faudra revenir aux règles classiques d'interprétation.

b) Les règles d'interprétation classiques à l'épreuve des smart contracts

611. L'interprétation en l'absence de clause d'interprétation. Toutefois, il est des cas où ces clauses ne seront pas présentes dans le contrat, soit parce qu'elles n'ont pas été insérées dans le contrat préexistant ou dans le contrat hybride, soit parce que les contractants sont parties à un pur smart contract constituant un contrat à part entière. Comment procéder dans ce cas ? Il convient de distinguer le cas du smart contract d'application et le cas du contrat hybride. Dans ces deux cas, il faut préciser comment ces solutions peuvent être mises en œuvre dans le smart contract *in fine*, après l'interprétation menée par le juge. L'interprétation du pur smart contract semble relever quant à elle d'une hypothèse d'école, qui sera évoquée de façon distincte.

612. 1°) L'interprétation du contrat préexistant et de son smart contract d'application. Si les parties ne sont pas d'accord sur l'interprétation de leur contrat classique, les solutions traditionnelles du code civil s'appliquent¹⁸¹⁶. Il conviendra alors d'interpréter le contrat préexistant pour y rechercher la commune intention des parties ou à défaut, l'interpréter

¹⁸¹⁵ Sur cette hypothèse de contrat hybride assez prospective, v. *supra*, §332.

¹⁸¹⁶ V. *supra*, §606.

selon le critère de la personne raisonnable posé à l'article 1188 alinéa 2 du code civil¹⁸¹⁷. Les règles complémentaires peuvent aussi trouver à s'appliquer, par exemple pour respecter la cohérence interne du contrat ou faire prévaloir l'intérêt du contractant faible.

Si le code informatique pose un problème dans son exécution, comment faut-il procéder ? En présence d'un contrat dont le smart contract d'application n'est qu'une pure modalité d'exécution, il nous semble que les dispositions en langage naturel, c'est-à-dire contenues dans l'*instrumentum* classique du contrat, doivent nécessairement s'imposer sur le code informatique : c'est sur ces clauses que le consentement des parties a porté. Le dysfonctionnement du smart contract devra bien sûr être identifié et le recours à un développeur expert permettra de déterminer comment la programmation du smart contract s'est écartée de l'intention des parties contenue dans le contrat initial classique.

613. 2°) L'interprétation du contrat hybride. En revanche, pour un contrat hybride, la question est différente puisque le contrat forme un tout composé de sa couche en langage naturel et de sa couche en langage informatique – le juge devra donc l'interpréter comme un tout¹⁸¹⁸ et ainsi rechercher la cohérence entre ses différentes composantes, conformément à l'article 1189 du code civil. Le juge, à l'aide d'un développeur expert, devra s'intéresser au sens que les parties (ou le codeur) ont voulu donner au code informatique. L'expert devra à la fois traduire le code informatique en langage naturel, mais aussi en donner le sens que l'on pouvait raisonnablement en attendre en ayant une maîtrise du langage informatique¹⁸¹⁹, car la seule traduction ne saurait suffire à correctement informer le juge sur le fonctionnement qui était attendu du smart contract¹⁸²⁰.

614. La mise en œuvre de l'interprétation du contrat ou du smart contract. Une fois les règles d'interprétation appliquées, permettant de préciser le contenu du contrat jusque-là obscur, encore faut-il que le résultat soit indiqué au smart contract afin qu'il puisse correctement s'exécuter. Dans certains cas, il faudra réussir à en modifier les effets déjà produits, si l'interprétation intervient après son exécution. Plusieurs situations peuvent en effet se présenter.

¹⁸¹⁷ Article 1188 du code civil, alinéa 2 : « Lorsque cette intention ne peut être décelée, le contrat s'interprète selon le sens que lui donnerait une personne raisonnable placée dans la même situation. »

¹⁸¹⁸ V. en ce sens, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 4.27.

¹⁸¹⁹ Il s'agit alors d'interpréter le contrat selon le sens que lui donnerait... un « développeur raisonnable », en écho aux prescriptions de l'article 1188 précité ; v. en ce sens, pour une directive semblable applicable en *Common law*, le rapport sur les *smart legal contracts* (*Ibid.*, n° 4.48). En effet, il ne convient pas seulement de voir comment s'exécute le smart contract sur un ordinateur, car par hypothèse il existe un dysfonctionnement ; il faut s'intéresser à ce que le développeur a cherché à programmer dans le smart contract (*Ibid.*, n° 4.59).

¹⁸²⁰ LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 4.41-4.42.

Soit la contestation porte sur une condition *off-chain* à vérifier pour le déclenchement du smart contract¹⁸²¹ et la solution est simple : il suffira en effet que l'oracle indique au smart contract que la condition ainsi interprétée par le juge est (ou n'est pas) vérifiée, permettant le déclenchement de l'exécution automatique. Si le smart contract a été exécuté à tort, les parties se rendront alors devant le juge pour l'interroger sur la condition déjà vérifiée et demander une restitution s'il est avéré que la condition a été mal interprétée par une partie ou par l'oracle¹⁸²², entraînant une exécution indue du smart contract¹⁸²³.

Soit l'interprétation porte sur l'objet même de l'obligation à exécuter par le smart contract car une divergence émerge entre les clauses en langage naturel et les lignes de code informatique. Par exemple, le résultat attendu du smart contract, par l'une des parties au moins, n'est pas atteint. Dans ce cas, le juge appliquera la méthode décrite pour déterminer l'intention des parties et trouver la cause de l'erreur, le cas échéant. L'alternative suivante se présente. Soit un *smart avenant* ou nouveau smart contract permet d'indiquer techniquement au smart contract initial l'action à exécuter – suivant l'accord des parties ou sur injonction du juge, et ainsi de procéder à l'exécution due. Soit le juge ordonnera une *smart restitution*, une restitution consécutive à la mauvaise exécution du smart contract, et l'éventuelle exécution forcée de l'obligation dont l'objet a ainsi été précisé¹⁸²⁴. La situation est très différente en présence d'un pur smart contract qui serait dysfonctionnel et nécessiterait alors une interprétation.

615. L'hypothétique interprétation du pur smart contract. S'il s'agit d'un pur smart contract, les parties devront de toute évidence trouver un moyen de traduire le smart contract, par exemple en recourant à un expert, tel que précédemment exposé¹⁸²⁵. La traduction en langage naturel et l'assistance de l'expert leur permettra éventuellement de déceler elles-mêmes la raison du dysfonctionnement ou du désaccord. En cas de contentieux, à supposer qu'il soit possible¹⁸²⁶, la traduction expliquée du smart contract sera un document essentiel à présenter au juge. Le juge devrait alors appliquer les règles classiques d'interprétation et commencer par rechercher une volonté commune à partir d'éléments extrinsèques, qu'il pourra être difficile à réunir. À défaut, il devra interpréter le pur smart contract selon le critère du contractant raisonnable et suivre l'ensemble des guides d'interprétation donnés par le code civil¹⁸²⁷. Il est

¹⁸²¹ Il peut s'agir d'une obligation non informatizable à exécuter en contrepartie de l'obligation exécutée par le smart contract, comme la livraison d'un bien matériel (contre le paiement, qui sera débloqué par le smart contract), le retour d'un véhicule après une location (contre la libération du dépôt de garantie par le smart contract), etc.

¹⁸²² Cette erreur pourrait être de nature à engager la responsabilité de l'oracle. Sur le sujet, v. *infra*, §713.

¹⁸²³ Sur les restitutions consécutives à une exécution indue du smart contract, v. *infra*, §724 s.

¹⁸²⁴ V. *infra*, §682 s. sur les sanctions de l'inexécution et §724 s. sur les restitutions adaptées aux smart contracts.

¹⁸²⁵ V. *supra*, §612-613.

¹⁸²⁶ On connaît les réserves sur la possibilité d'un contentieux judiciaire lorsque les parties au pur smart contract ont contracté sous pseudonyme. V. not. *supra*, §186 et *infra*, §677-680.

¹⁸²⁷ Pour le rappel de ces règles, v. *supra*, §606.

en revanche difficile d'anticiper l'issue d'un tel contentieux, au demeurant hypothétique. Il est seulement possible de recommander l'admission de la version traduite par les parties et pour le juge. Si le litige n'atteint pas les tribunaux, l'interprétation du smart contract sera laissée à des experts, par exemple dans le cadre d'une médiation, probablement en ligne, voire *on-chain*¹⁸²⁸.

Sans doute les parties ne se risqueront-elles pas en effet à soumettre un pur smart contract écrit en langage informatique à l'appréciation d'un juge étatique français non formé et illettré face à ce langage. En dehors de la question du pseudonymat, la spécialisation et la technicité très poussée de l'instrument utilisé tend à le maintenir hors de la sphère judiciaire, faute pour les professionnels du droit d'être suffisamment formés pour appréhender ces instruments informatiques et automatiques¹⁸²⁹, pourtant porteurs des effets juridiques avérés. Il faut espérer un changement sur ce point afin d'éviter de créer un mouvement de déjudiciarisation du contentieux des usages de technologies avancées, qui pourrait alors mener à un désintérêt du droit pour ces outils et alors faire naître une sphère de non-droit.

Si l'interprétation du contrat exécuté par un smart contract n'est simple à résoudre, bien que des adaptations puissent être mises en place, les autres incidents qui touchent au contenu du contrat sont source de difficultés moindres, à commencer par la modification.

B. La modification

616. Modification du contrat et immuabilité du smart contract. Au cours de sa vie, le contrat peut être amené à évoluer, à s'adapter à de nouvelles circonstances. Le contenu du contrat peut alors être modifié, faisant évoluer les prévisions contractuelles en principe figées au jour de la conclusion du contrat. Ces exceptions à la force obligatoire semblent d'entrée de jeu s'opposer à l'immutabilité de la blockchain et du smart contract qui y est déployé. L'enjeu est important : si les parties recourent à un smart contract, ne sont-elles pas liées techniquement et immuablement par les clauses initialement codées en programme informatique jusqu'à la bonne et complète exécution du contrat ? Des techniques permettent de contourner cet obstacle de l'immutabilité, au prix d'une anticipation par les parties (1). Qu'en est-il en revanche lorsque le juge s'immisce dans les prévisions contractuelles ? Les changements qui pourraient modifier le contenu du contrat ne seront pas nécessairement transmis au smart contract de la même manière s'ils proviennent, de façon exceptionnelle, du juge (2).

¹⁸²⁸ V. *supra*, §20 sur la résolution des différends sur la blockchain.

¹⁸²⁹ V. également, sur le sujet de la formation nécessaire des juges ou d'une assistance adéquate pour pouvoir analyser les smart contracts : T. SCHREPPPEL, *Smart contracts and the digital single market through the lens of a "law + technology" approach*, *op. cit.*, p. 36.

1) *Smart contract et modification conventionnelle du contrat*

617. La modification d'un smart contract. La question de la modification d'un smart contract ne se pose que si l'accord de volontés qu'il permet de mettre en œuvre est également modifié. Or, si la modification conventionnelle d'un contrat est toujours possible suivant l'accord des parties¹⁸³⁰, la répercussion des changements de l'accord de volontés initial sur le smart contract d'application ou intégré est loin d'être évidente. En effet, le principe de l'immutabilité du smart contract, une fois qu'il est déployé sur une blockchain, empêche toute modification du smart contract initial¹⁸³¹. Cette caractéristique s'oppose à première vue à toute modification effective du smart contract en lien avec la modification du contrat classique.

Néanmoins, une technique permet *in fine* d'aboutir à une adaptation du smart contract : il s'agit de mettre en place un « smart avenant »¹⁸³², c'est-à-dire un nouveau smart contract qui pourra envoyer des instructions au smart contract initial ou le neutraliser et le remplacer. Il est donc informatiquement possible de transposer la règle juridique autorisant la modification par les parties de leur contrat, à condition d'avoir anticipé cette possibilité dans le code du smart contract.

618. L'anticipation de la modification. Il est primordial pour les parties de prévoir dès la programmation du smart contract initial une possibilité d'altération par un smart contract secondaire, ou « smart avenant », en application d'une éventuelle modification conventionnelle du contrat. Or, la modification des contrats concerne principalement les contrats de longue durée, souvent plus complexes et davantage négociés. Il est donc primordial d'inclure dans ces contrats une clause autorisant la modification du smart contract d'application, d'autant que ces contrats sont souvent conçus *sur-mesure*. Cette clause peut prendre plusieurs formes.

Il est classique pour les parties de recourir à une clause d'adaptation, déclinée également en clause de renégociation ou de révision¹⁸³³. Qu'elle soit insérée dans un contrat

¹⁸³⁰ Article 1193 du code civil : « Les contrats ne peuvent être modifiés ou révoqués que du consentement mutuel des parties, ou pour les causes que la loi autorise. » Les parties peuvent en effet toujours prévoir de modifier leur contrat par le biais d'un avenant (v. S. PELLET, *L'avenant au contrat*, IRJS éd., 2010). Mme Pellet définit l'avenant comme « le *negotium* autonome autorisant la révision de la convention initiale » (n° 5). Il s'agit d'une convention portant modification des stipulations d'un contrat initial. Cette convention est « à la libre disposition des parties » et vise à « la préservation de l'opération économique originairement assumée » (n° 7).

¹⁸³¹ V. *supra*, §191.

¹⁸³² V. *supra*, §198.

¹⁸³³ V. sur le sujet, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 646 s. et en particulier, dans les contrats d'affaires, la bien connue clause de *hardship* (W. DROSS, *Clausier*, *op. cit.*, p. 353-364), qui est une variété de clause de renégociation. Elle « permet à l'une des parties d'exiger de l'autre la renégociation de leur accord à exécution successive lorsque l'équilibre économique qui existait lors de sa conclusion a disparu par suite d'un bouleversement de circonstances » (p. 354). Sur la distinction entre la clause de *hardship* d'une part, et les clauses d'adaptation et de renégociation d'autre part, v. p. 355. Relevons que l'article 1195 du code civil, qui reconnaît au juge un pouvoir de révision du contrat en cas d'imprévision à certaines conditions, permet aujourd'hui de parvenir à un résultat semblable,

préexistant ou dans un contrat hybride, toute clause susceptible d'ouvrir une période de négociation pour réviser le contrat ou de prévoir une adaptation du contrat à raison de circonstances nouvelles, prévisibles ou non, devra trouver son équivalent informatique dans le smart contract attaché à ce contrat, ce qui n'est pas évident. Une fonction « *stop* » permettra d'arrêter temporairement le smart contract. La modification relève en revanche du mécanisme évoqué ci-avant. Mieux encore, les clauses d'adaptation automatique, telles les clauses d'indexation¹⁸³⁴, pourront être directement insérées dans le code informatique du smart contract et permettre une véritable exécution automatique de cette adaptation, sans nouvelle intervention des parties au contrat.

619. L'absence d'anticipation de la modification. Quid en cas de contrat à exécution immédiate ou en présence d'un pur smart contract ? Dans le premier cas, la modification sera très rare et, serait-elle nécessaire, sa mise en œuvre informatique s'avèrera difficile. En effet, si la possibilité d'interagir avec le smart contract déjà déployé et de prévoir de nouvelles instructions n'a pas été intégrée dans son code informatique, les parties risquent de se trouver dans une impasse. Quant au pur smart contract, tout dépendra de sa programmation initiale et de la possibilité ou non de le modifier *via* un smart contract secondaire. Si la possibilité de modifier le smart contract est effectivement prévue par la partie rédactrice, il faudra bien veiller à encadrer une telle clause qui pourrait s'avérer très problématique pour l'adhérent au pur smart contract, si son développeur a conservé un accès modificatif permanent¹⁸³⁵.

620. Proposition. On ne peut que recommander, dans le cadre d'un développement de modèles de smart contracts, de toujours prévoir un accès informatique modificatif, par voie d'un smart avenant, dans tout smart contract. Afin d'assurer une véritable sécurité de l'instrument, cet accès ne serait donné qu'aux parties et l'activation de la fonction ne serait permise que par l'apposition conjointe des clés cryptographiques de chacune des parties au smart contract. Cette fonction ne serait finalement qu'une traduction informatique de la

en introduisant une faculté de renégociation et en cas d'échec ou de refus, une faculté de résolution unilatérale ou le recours au juge pour adapter le contrat. À l'inverse, les parties peuvent écarter ce mécanisme légal supplétif soit pour choisir d'autres modalités, soit pour refuser toute révision en cas d'imprévision : cela ne posera vraisemblablement aucun problème, dès lors que ces clauses ne sont pas insérées dans des contrats de consommation et/ou d'adhésion, où elles pourraient être réputées non écrites. V. en ce sens, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n^{os} 641 et 648 ; W. DROSS, *Clausier, op. cit.*, p. 358.

¹⁸³⁴ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n^o 647. V. aussi, W. DROSS, *Clausier, op. cit.*, p. 391-402 : « la clause d'indexation permet de faire échec au principe du nominalisme monétaire (...) ». Elle « consiste alors à augmenter la somme nominale prévue au contrat de manière maintenir égal son pouvoir d'achat » (p. 393).

¹⁸³⁵ Il faut à tout prix éviter de conserver un accès modificatif pour l'émetteur du smart contract par le biais d'une clé d'administrateur (« *admin key* »), aussi appelé « *god mode* ». Cette pratique est pourtant relativement répandue (<https://cointelegraph.com/news/how-many-defi-projects-still-have-god-mode-admin-keys-more-than-you-think>). Sur le sujet, et la nécessité d'audit en résultant, v. *supra* §199 et §245.

possibilité reconnue par le droit positif aux parties de toujours pouvoir modifier leur contrat d'un commun accord : la fonction intégrée dans le smart contract permettra d'entériner informatiquement la modification et de lui donner plein effet.

Si la modification conventionnelle apparaît ainsi pouvoir être bien adaptée aux smart contracts, la situation est toute autre lorsque la modification est l'œuvre du juge.

2) *Smart contract et modification judiciaire du contrat*

621. L'intervention du juge dans le contrat. Si en principe, le contrat ne peut être modifié que par les parties, la loi accorde parfois au juge des « interventions ponctuelles »¹⁸³⁶ dans le contrat¹⁸³⁷, lui permettant d'en modifier légèrement le contenu pour l'adapter aux circonstances ou sanctionner une clause illicite. Le juge, autorisé par la loi, déjoue ainsi les prévisions des parties, le plus souvent afin de protéger l'un des contractants.

Ce sera le cas de la réduction d'une clause pénale, suivant l'article 1231-5 alinéa 2 du code civil¹⁸³⁸, d'une décision de réputer non écrite une clause abusive, conformément à l'article L. 241-1 du code de la consommation¹⁸³⁹. Ce sont également les délais de paiement, aussi appelés délais de grâce, que le juge peut accorder à un débiteur en droit commun¹⁸⁴⁰. Cette possibilité a trouvé un écho en matière de crédit à la consommation ou crédit immobilier¹⁸⁴¹ ou encore dans le cadre d'une procédure de conciliation ou de résiliation d'un bail commercial¹⁸⁴².

¹⁸³⁶ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 625.

¹⁸³⁷ En effet, l'article 1193 du code civil précise que « les contrats ne peuvent être modifiés ou révoqués que du consentement mutuel des parties, ou pour les causes que la loi autorise ».

¹⁸³⁸ Article 1231-5 alinéa 2 du code civil : « Néanmoins, le juge peut, même d'office, modérer ou augmenter la pénalité ainsi convenue si elle est manifestement excessive ou dérisoire. »

¹⁸³⁹ Article L. 241-1 du code de la consommation : « Les clauses abusives sont réputées non écrites.

Le contrat reste applicable dans toutes ses dispositions autres que celles jugées abusives s'il peut subsister sans ces clauses.

Les dispositions du présent article sont d'ordre public. »

¹⁸⁴⁰ Article 1343-5 du code civil, alinéa 1 : « Le juge peut, compte tenu de la situation du débiteur et en considération des besoins du créancier, reporter ou échelonner, dans la limite de deux années, le paiement des sommes dues » et alinéa 5 : « Toute stipulation contraire est réputée non écrite. ». Par ailleurs, un juge peut décider d'octroyer un délai de grâce à un débiteur condamné à exécuter un jugement, selon la procédure prévue aux articles 510 et suivants du code de procédure civile.

¹⁸⁴¹ Article L. 314-20 du code de la consommation : « L'exécution des obligations du débiteur peut être, notamment en cas de licenciement, suspendue par ordonnance du juge des contentieux de la protection dans les conditions prévues à l'article 1343-5 du code civil. L'ordonnance peut décider que, durant le délai de grâce, les sommes dues ne produiront point intérêt ».

¹⁸⁴² Les articles L. 611-7, alinéa 5, et L. 611-10-1, alinéa 2, du code de commerce prévoit qu'il est possible de faire application de l'article 1343-5 du code civil au cours de la procédure de conciliation et au cours de l'exécution de l'accord de conciliation. Il en est de même en cas de résiliation du bail commercial, selon les dispositions de l'article L. 145-41 du code de commerce.

C'est encore le cas de la révision pour imprévision. Depuis la réforme de 2016¹⁸⁴³, l'article 1195 du code civil¹⁸⁴⁴ permet à certaines conditions de demander au juge d'intervenir pour réviser le contrat ou y mettre un terme. Cette intervention judiciaire couvre un champ d'application plus large que les cas précédemment énoncés, puisque le juge peut être amené à réviser une part importante du contenu du contrat et à bousculer les prévisions du contrat dans leur ensemble.

Or, toutes ces interventions du juge qui modifient le contenu du contrat ont des incidences sur son exécution. Lorsque celle-ci relève d'un smart contract, l'enjeu est de permettre leur prise en compte informatique.

622. L'impossible intervention du juge dans le smart contract. Le juge peut modifier le contrat en certaines de ses clauses, les priver d'effet ou encore prévoir des sanctions. Or, si la mesure prononcée par le juge n'est pas ensuite appliquée par le smart contract, le jugement sera dénué de toute efficacité. On ne peut dès lors que recommander aux parties, lors du contentieux au fond, ou en référé sur le fondement de l'ancien article 808 du code de procédure civile (article 834 nouveau) si l'urgence le justifie¹⁸⁴⁵, de demander au juge de prononcer envers les parties une injonction de faire¹⁸⁴⁶, et plus précisément une injonction de programmer et

¹⁸⁴³ Avant la réforme de 2016, et depuis la jurisprudence Canal de Craponne (Civ. 6 mars 1878, *DP* 76.1.195), la Cour de cassation refusait catégoriquement la révision pour imprévision, s'appuyant sur la force obligatoire des contrats à compter de leur conclusion. La pratique des affaires a ainsi développé les clauses de *hardship* (v. *supra*, note 1833) pour contourner ce refus propre à la jurisprudence judiciaire. V. not. sur le sujet, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 782 s. ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 626 s. sur l'évolution de la doctrine et de la pratique, et n°s 635 s. sur l'article 1195.

¹⁸⁴⁴ Article 1195 du code civil : « Si un changement de circonstances imprévisible lors de la conclusion du contrat rend l'exécution excessivement onéreuse pour une partie qui n'avait pas accepté d'en assumer le risque, celle-ci peut demander une renégociation du contrat à son cocontractant. Elle continue à exécuter ses obligations durant la renégociation.

En cas de refus ou d'échec de la renégociation, les parties peuvent convenir de la résolution du contrat, à la date et aux conditions qu'elles déterminent, ou demander d'un commun accord au juge de procéder à son adaptation. À défaut d'accord dans un délai raisonnable, le juge peut, à la demande d'une partie, réviser le contrat ou y mettre fin, à la date et aux conditions qu'il fixe. »

¹⁸⁴⁵ Article 808 du code de procédure civile : « Dans tous les cas d'urgence, le président du tribunal de grande instance peut ordonner en référé toutes les mesures qui ne se heurtent à aucune contestation sérieuse ou que justifie l'existence d'un différend ». Il s'agit du référé justifié par l'urgence d'une situation, qui pourrait éventuellement fonctionner en présence de smart contracts si le débiteur de la prestation informatisable sait que le smart contract doit s'exécuter à une certaine date proche. L'article a été modifié et renuméroté (article 834 nouveau), pour conférer ce pouvoir au président du tribunal judiciaire mais aussi au juge des contentieux de la protection.

¹⁸⁴⁶ V. sur le sujet, R. LAHER, « Injonction de faire », in *Répertoire de procédure civile*, Dalloz, 2020. L'auteur précise que « textuellement, le pouvoir des magistrats de prononcer des injonctions de faire pourra se traduire par l'emploi, dans le code de procédure civile, des verbes « enjoindre », mais aussi « ordonner », « mettre en demeure », voire « inviter » » (n° 1). Il s'agit là d'une approche élargie de l'injonction de faire, par opposition à la procédure d'injonction de faire prévue aux articles 1425-1 et suivants du code de procédure civile, concernant l'exécution forcée en nature d'une obligation née du contrat. Dans le cadre des smart contracts, l'injonction de faire visera à programmer un nouveau smart contract : il ne s'agit pas de l'exécution forcée d'une obligation contractuelle inexécutée mais d'une injonction faite par le juge à l'une des parties de procéder à une action nouvelle.

déployer un smart avenant, c'est-à-dire un smart contract secondaire afin d'adresser au smart contract initial les instructions nécessaires¹⁸⁴⁷.

À défaut, le jugement sera contredit par le smart contract qui continuera à s'exécuter conformément aux prévisions contractuelles initiales, sans prendre en compte l'adaptation du contrat prononcée par le juge. Ce n'est pas ici la mauvaise volonté d'un débiteur récalcitrant, mais l'exécution automatique et irrésistible du smart contract qui entraîne ce résultat et, par voie de conséquence, d'indispensables restitutions¹⁸⁴⁸. La sanction ou la mesure prononcée par le juge est alors privée d'efficacité immédiate. L'intervention du juge pour l'adaptation du contrat se trouvera donc le plus souvent privée d'effet *de facto*, lorsqu'elle porte sur une obligation informatisable confiée à un smart contract. La rigidité des smart contracts entraîne le déplacement du contentieux contractuel de l'inexécution vers l'exécution indue et semble faire échapper cet outil à la sphère judiciaire, du moins pendant un premier temps. En définitive, l'automatisation paraît priver la possibilité reconnue au droit d'induire une certaine flexibilité dans les contrats, souvent justifiée par une certaine justice contractuelle. Ce phénomène de rejet du droit n'est pas sans rappeler la pratique contemporaine des nouveaux contrats d'affaires, qui tendent à s'auto-réguler, en prévoyant un cadre normatif autonome et en excluant le juge étatique de sa sphère¹⁸⁴⁹.

623. L'adaptation du smart contract aux mains des parties. En pratique, l'adaptation du smart contract relèvera toujours du pouvoir des parties. Le juge n'a aucun pouvoir de fait sur un smart contract. Si l'on envisageait une justice 3.0, un juge pourrait programmer informatiquement l'exécution de son jugement et l'injonction s'imposerait au smart contract concerné. Mais cette solution est impossible à transposer dans un système décentralisé, où chaque clé cryptographique est libre et indépendante et ne peut pas être soumise à l'intervention d'une clé cryptographique qui lui serait supérieure, par exemple celle d'un juge étatique. Cette vision est antinomique de l'écosystème des blockchains publiques rejetant tout rattachement étatique¹⁸⁵⁰. Tout changement du smart contract doit donc provenir des parties, quelle que soit l'origine de la modification du contrat décidée. Il faut désormais étudier si la même conclusion s'applique à la révocation du contrat.

¹⁸⁴⁷ Sur le smart avenant et cette possibilité de modification du smart contract, v. *supra* (§198 et §618) et pour une étude pratique, S. COHNEY *et al.*, « Coin-Operated Capitalism », avril 2019, *op. cit.*, p. 630 s. Le nouveau smart contract pourra alors interagir avec le smart contract initial.

¹⁸⁴⁸ V. *infra*, §724 s. sur les restitutions.

¹⁸⁴⁹ R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, *op. cit.*, n^{os} 64-67.

¹⁸⁵⁰ V. *supra*, §18.

C. La révocation

624. L'enjeu d'une prise en compte de la révocation du contrat par le smart contract. Le contrat conclu valablement entre les parties peut être révoqué dans diverses situations, prévues par la loi ou selon la volonté des parties¹⁸⁵¹. L'expression « révocation » est délibérément choisie dans un sens générique, pour désigner tous les cas où il est volontairement mis fin au contrat, qu'il s'agisse d'une volonté unilatérale ou d'une volonté commune des parties au contrat¹⁸⁵². Est donc exclue la révocation-sanction, c'est-à-dire la résolution ; mais la résiliation amiable est incluse¹⁸⁵³. Autrement dit, le terme de révocation désigne ici toutes les situations où il est mis fin au contrat de façon amiable, et en dehors des cas d'inexécution du contrat.

La révocation peut provenir d'un commun accord des parties ou résulter de l'exercice d'une faculté de résiliation unilatérale. Dans tous ces cas qui vont être précisés, il est indispensable de pouvoir simultanément mettre un terme au smart contract qui exécute le contrat, car à défaut, le contrat pourtant éteint recevrait tout de même une exécution. Cette exécution automatique se trouverait conforme à une volonté disparue ou dénoncée et divergerait de la volonté actualisée des parties. Qu'elle provienne d'un accord de volonté (1) ou d'une décision unilatérale (2), la révocation du contrat doit impérativement être transmise au smart contract.

1) L'accord de volontés mettant fin au contrat

625. La révocation amiable du contrat. L'article 1193 du code civil prévoit que les contrats peuvent être révoqués du consentement mutuel des parties : ce que la volonté commune

¹⁸⁵¹ Article 1193 du code civil : « Les contrats ne peuvent être modifiés ou révoqués que du consentement mutuel des parties, ou pour les causes que la loi autorise ». Il faut donc distinguer les cas de révocation procédant de la volonté des parties de ceux procédant des dispositions du code civil.

¹⁸⁵² V. la définition classique de la révocation : « 2/ Révocation d'un acte. a/ Acte unilatéral de rétractation par lequel une personne entend mettre à néant un acte antérieur dont elle est l'unique auteur ou même un contrat auquel elle est partie et qui produit cet effet dans les cas déterminés par la loi » (ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Révocation »).

¹⁸⁵³ Des auteurs expliquent très clairement ces proximités terminologiques et leur emploi parfois peu rigoureux. Ils soulignent ainsi que « *Révocation* et *résiliation* sont deux termes très voisins. On utilise plus généralement le mot « révocation » quand la suppression des effets du contrat émane de l'accord des parties elles-mêmes, et porte sur un contrat dont l'exécution n'est pas commencée. Au contraire, on parle plus volontiers de résiliation, soit lorsque la suppression des effets du contrat est imposée par le législateur ou le juge, soit que, étant amiable, elle met fin aux effets d'un contrat qui était en cours d'exécution » (F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 723).

des parties a fait, la volonté commune des parties peut le défaire¹⁸⁵⁴. Le *mutuus dissensus* est ainsi l'accord de volontés des parties ayant pour objet de mettre fin au contrat qui les lie. En principe, la révocation a lieu pour l'avenir et peut être désignée par le terme de « résiliation conventionnelle »¹⁸⁵⁵. Seuls les effets à venir du contrat sont neutralisés, la situation contractuelle passée restant inchangée¹⁸⁵⁶. Par exception, les parties peuvent conventionnellement doter leur révocation consensuelle d'un effet rétroactif¹⁸⁵⁷. Des auteurs estiment que, dans le silence des parties, la question devrait en réalité être résolue conformément aux directives de l'article 1229 du code civil¹⁸⁵⁸, concernant la résolution pour inexécution.

626. L'application au smart contract. Le principe de la révocation amiable peut être appliqué sans difficulté au smart contract, qu'il s'agisse d'un smart contract d'application d'un contrat classique, d'un smart contract intégré dans un contrat hybride ou encore d'un pur smart contract. Dans tous les cas, les parties devront déclencher la fonction de révocation du smart contract, c'est-à-dire la fonction « *selfdestruct* »¹⁸⁵⁹. Comme toute fonction, elle devra être programmée dès la conception du smart contract. Son déclenchement ne doit être autorisé que si toutes les parties au smart contract apposent leur clé cryptographique afin de marquer leur consentement à cette révocation. Cette solution sécurisée exige une fois de plus une anticipation importante dans la programmation du smart contract. Le caractère usuel de cette fonction de révocation peut laisser espérer qu'elle figure à l'avenir dans tous les modèles de smart contracts.

¹⁸⁵⁴ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 897 : « lorsque les parties sont d'accord, elles peuvent toujours décider que le contrat ne sera finalement pas exécuté : c'est ce qu'on appelle le *mutuus dissensus*, l'accord mutuel des parties pour ne plus exécuter le contrat ».

¹⁸⁵⁵ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 650 ; M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 897.

¹⁸⁵⁶ Sur la non-rétroactivité de principe de la résiliation et de la révocation du contrat, v. F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 724, expliquant qu'en cas de résiliation, les parties « décident seulement d'arrêter les prestations en cours ».

¹⁸⁵⁷ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 650. Cette rétroactivité est toutefois bien particulière : « En cas de vente, la convention révocatoire entraînera un nouveau transfert de propriété en sens contraire : au regard du fisc, un nouveau droit de mutation est exigible (CGI, art. 1961) ; (...) tous les droits consentis par l'acquéreur dans l'intervalle entre la conclusion du contrat et sa révocation seront maintenus. » Pour une analyse de la situation, expliquée non par la rétroactivité mais par un double contrat, v. F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 724. Selon ces auteurs, même lorsque les parties « entendent remettre les choses en l'état », « la résiliation n'opérera pas rétroactivement » et il faut analyser la situation en « deux opérations successives en sens inverse ». Cette analyse, utilisant un « double contrat », permet d'expliquer la protection des droits des tiers et d'assurer la sécurité des transactions.

¹⁸⁵⁸ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 650. Sur l'analyse de l'article 1229 du code civil, v. *infra*, §696.

¹⁸⁵⁹ V. *supra*, §544. Pour l'application de la fonction « *selfdestruct* » en cas de résolution pour inexécution, v. *infra*, §699.

627. Les effets de la révocation du smart contract. Il faudra encore que les parties aient bien programmé en amont la fonction de révocation du smart contract pour qu'elle emporte les effets recherchés. Deux situations peuvent alors se présenter.

Soit le smart contract n'a pas été exécuté et sa révocation ne vaut que pour l'avenir. Dans ce cas, le smart contract ne produira plus aucun effet, aucune action à compter du déclenchement de la fonction de révocation : il est purement et simplement arrêté. La révocation est ainsi parfaitement mise en œuvre grâce à la fonction « *selfdestruct* ».

Soit le smart contract a déjà été exécuté, en tout ou partie. Au-delà de l'anéantissement du smart contract pour l'avenir, la fonction de révocation doit permettre de mettre en œuvre les éventuelles restitutions exigées, lorsqu'une des prestations n'a pas reçu sa contrepartie, si l'on suit les directives de l'article 1229 du code civil¹⁸⁶⁰. Si les parties recherchent un effet rétroactif, celui-ci devra impérativement avoir été prévu lors de la programmation initiale. Par exemple, la fonction de révocation (« *selfdestruct* ») devra inclure en conséquence un transfert de restitution des actifs numériques déjà transférés le cas échéant, alors que la contrepartie n'a pas été elle-même envoyée. Précisément, cette fonction inclut en principe une action « *return to sender* »¹⁸⁶¹.

628. Recommandation. Il faut souligner que si les fonctions adéquates n'ont pas été codées dans le smart contract, les restitutions pourraient s'avérer difficiles, voire impossibles à mettre en œuvre, du moins automatiquement. Pour éviter des situations de blocage des actifs numériques, il est donc recommandé que cette fonction de révocation complète du smart contract, avec l'automatisation des restitutions nécessaires, soit intégrée dans les modèles de smart contracts et de contrats hybrides en développement. De manière générale, il est indispensable de permettre des restitutions automatiques dans les smart contracts où la contrepartie n'a pas été reçue, passé un certain délai ou en cas de déclenchement de la fonction de révocation.

Ainsi, il n'est pas certain que ces situations de blocage se présentent fréquemment. D'un côté, les contrats de longue durée, plus complexes, pour lesquels l'anticipation est essentielle, prévoiront très probablement ces fonctions dans leur smart contract d'application. D'un autre côté, si les contrats à exécution instantanée recourant à un smart contract ne contiennent pas de fonction de révocation mutuelle, ils seront toutefois souvent d'exécution immédiate et une révocation résultant d'un accord de volontés des parties semble davantage

¹⁸⁶⁰ L'article 1229 du code civil est dédié à la résolution pour inexécution, mais ses dispositions générales relatives aux restitutions consécutives à l'anéantissement du contrat doivent pouvoir s'appliquer à tout type d'anéantissement. Sur ce dispositif, v. *infra*, §696.

¹⁸⁶¹ V. *supra*, §544.

relever d'un cas d'école. En tout état de cause, il faut une fois de plus recommander fortement l'insertion d'une fonction « *selfdestruct* » dans tout smart contract.

Les probabilités de révocation du contrat sont en revanche bien plus élevées lorsque la décision de sortir de la relation contractuelle provient d'une seule partie.

2) *La décision unilatérale mettant fin au contrat*

629. Les hypothèses de révocation unilatérale. La révocation du contrat peut provenir d'une manifestation unilatérale de volonté dans tous les cas autorisés par la loi ou dès lors que les parties ont prévu une telle faculté au contrat¹⁸⁶². Il ne s'agit pas ici d'une révocation en lien avec l'inexécution du contrat, mais de l'exercice d'une faculté par un contractant avant toute exécution ou au cours de l'exécution du contrat. Sans prétendre à l'exhaustivité, on pense tout de suite à la faculté légale de résiliation unilatérale dans tout contrat à durée indéterminée, aujourd'hui consacrée à l'article 1211 du code civil¹⁸⁶³, ou encore au droit de repentir en droit de la consommation¹⁸⁶⁴. Mais ce sont aussi les clauses de dédit, qui peuvent s'exercer avant toute exécution du contrat et parfois contre le paiement d'une somme¹⁸⁶⁵, et les clauses de résiliation, usuelles dans les contrats à exécution successive, valables seulement pour l'avenir¹⁸⁶⁶.

¹⁸⁶² Le contrat peut en effet comporter une clause de résiliation unilatérale, souvent en cas de survenance d'un événement indiqué. Cette clause ne présente réellement d'intérêt que pour les contrats à durée déterminée, car dans les contrats à durée indéterminée, « la résiliation unilatérale est un droit pour chacune des parties » même si elles peuvent dans ce cas « avoir intérêt à en prévoir les modalités » (M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 899).

¹⁸⁶³ Article 1211 du code civil : « Lorsque le contrat est conclu pour une durée indéterminée, chaque partie peut y mettre fin à tout moment, sous réserve de respecter le délai de préavis contractuellement prévu ou, à défaut, un délai raisonnable. »

¹⁸⁶⁴ Par exemple, le consommateur dispose de deux semaines pour se rétracter d'un contrat conclu à distance, selon l'article L. 221-18 du code de la consommation : « Le consommateur dispose d'un délai de quatorze jours pour exercer son droit de rétractation d'un contrat conclu à distance, à la suite d'un démarchage téléphonique ou hors établissement, sans avoir à motiver sa décision ni à supporter d'autres coûts que ceux prévus aux articles L. 221-23 à L. 221-25. »

¹⁸⁶⁵ « Dans les contrats à exécution instantanée, la rétractation, généralement dénommée dédit, intervient avant l'exécution du contrat. Elle est fréquemment subordonnée au paiement d'une indemnité par celui qui en use », même si elle peut aussi être gratuite (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 653). V. aussi, W. DROSS, *Clausier, op. cit.*, p. 217, qui oppose la clause dédit à la clause de résiliation « en ce qu'elle ne suppose nullement une inexécution de la part du cocontractant », mais souligne les hésitations sur les qualifications de ces clauses en jurisprudence. L'auteur estime que la clause de dédit se distingue notamment de la clause pénale en ce qu'elle « offre une faculté onéreuse de se libérer du contrat », sans cependant faire de distinction selon les effets rétroactifs ou non de la clause, ou selon l'existence d'un commencement d'exécution du contrat. Il semble ainsi inclure sous ce vocable tant la clause de dédit avant toute exécution que la clause de résiliation unilatérale.

¹⁸⁶⁶ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 653 : « dans les contrats successifs, les parties peuvent stipuler des clauses de résiliation qui permettent à l'une ou l'autre d'entre elles de mettre fin au contrat de manière unilatérale et discrétionnaire ».

630. La mise en œuvre dans le smart contract. Pour que la révocation soit suivie d'effet et neutralise le smart contract qui exécute le contrat, il est nécessaire que la clause ou faculté légale trouve sa traduction dans le code informatique sous la forme d'une fonction de révocation du smart contract, pouvant être déclenchée par une seule partie et conformément aux conditions prévues par la loi ou par le contrat. En cas de contrat à durée indéterminée, la faculté de résiliation unilatérale doit donc se traduire par une fonction de révocation qui peut être mise en œuvre à la discrétion de l'un ou l'autre des cocontractants. Il en est de même pour les clauses de résiliation, où ne sera exigée que la clé cryptographique que la partie au bénéfice de laquelle est édictée la clause. Les mêmes précautions qu'énoncées pour la révocation consensuelle s'appliquent au sujet des restitutions¹⁸⁶⁷. Quant à la faculté de dédit ou de repentir, elle doit pouvoir être mise en œuvre de la même manière en pratique, à la condition que le smart contract n'ait encore produit aucun effet et puisse être effectivement neutralisé par la suite.

631. Appréciation et risques. Dans tous ces cas, l'anticipation est clé. Si les parties n'ont pas programmé informatiquement la mise en œuvre des facultés légales ou des clauses de dédit ou de résiliation unilatérale, un contractant aura beau exercer en toute légalité sa faculté de révocation unilatérale du contrat, il pourra se retrouver dans une situation particulièrement sensible si le smart contract continue à s'exercer. En effet, l'exécution du smart contract sera *indue* et il sera là encore nécessaire de recourir à un juge pour ordonner les restitutions nécessaires¹⁸⁶⁸. Le recours au smart contract à l'exécution irrésistible illustre une fois de plus l'incompatibilité conceptuelle entre un instrument informatique et rigide et le droit des contrats, résolument humain et flexible¹⁸⁶⁹. Ce fonctionnement informatique et automatique des smart contracts conduit implacablement au déplacement du contentieux *ex post* alors que le contentieux contractuel est traditionnellement *ex ante*. Les adaptations par anticipation sont donc indispensables pour permettre cette utilisation des smart contracts au service des contrats. À défaut, l'adaptation devra provenir du juge, saisi de ce contentieux *ex post* grandissant.

A fortiori, la manifestation unilatérale de volonté pour révoquer un pur smart contract ne sera possible que si la fonction a été programmée dans le code informatique du smart contract. Or, il faut rappeler que des rédacteurs mal intentionnés se réservent cette possibilité unilatérale sans en informer ses futurs cocontractants, et évidemment sans inclure de bilatéralité...¹⁸⁷⁰ Cette réalité rend compte de la nécessité cruciale de procéder à l'audit des smart contracts avant leur déploiement et leur acceptation afin de vérifier les fonctions qu'ils

¹⁸⁶⁷ V. *supra*, §627.

¹⁸⁶⁸ Sur les autres cas d'exécution non voulue du smart contract, v. *supra*, et sur les restitutions nécessaires, v. *infra*, §724.

¹⁸⁶⁹ Sur ce débat, v. *supra*, §256 et §260 s.

¹⁸⁷⁰ Sur cette pratique de l'audit du code du smart contract, v. *supra*, §199.

contiennent¹⁸⁷¹, l'outil smart contractuel pouvant se révéler dangereux dans son automaticité et contraire à la justice contractuelle qui anime le droit des contrats contemporain.

Il faut désormais vérifier si cette inflexibilité des smart contracts est également un frein à la prise en compte des incidents relatifs aux parties au contrat.

II. Les incidents relatifs aux parties au contrat

632. La transmission des obligations entre vifs. Au-delà des changements touchant le contenu du contrat, certains évènements viennent ponctuer la vie du contrat en entraînant des changements quant aux contractants. Ce sera notamment le cas chaque fois que circule l'obligation, ce qui a pour conséquence de modifier l'identité de l'un des contractants¹⁸⁷². Or, il n'est pas évident qu'une opération sur obligation puisse être facilement transposable au smart contract qui exécute l'obligation concernée entre deux parties cryptographiquement désignées.

Différents modes de circulation du rapport d'obligation sont connus de longue date de la pratique et de la loi : la cession de contrat, parfois prévue par la loi, souvent choisie par les parties dans la pratique ; la bien connue cession de créance, et la moins habituelle cession de dette. La réforme de 2016 a permis de consacrer ces modes de circulation de l'obligation¹⁸⁷³ et de les encadrer plus précisément que ne le faisait jusque-là la jurisprudence¹⁸⁷⁴.

Parmi toutes les opérations sur obligation, on s'intéressera tout particulièrement à la cession de créance, la plus utilisée en pratique et dont le régime a été étoffé non seulement par la réforme du droit des obligations de 2016 mais aussi par la réforme du droit des sûretés de 2021. L'hypothèse étudiée est celle d'une cession de créance, où la créance est exécutée au moyen d'un smart contract. Comment assurer que la cession produira bien ses effets, alors que l'obligation est exécutable par le code informatique (A) ?

633. La transmission des obligations à cause de mort. Si les obligations peuvent circuler et être transmises entre vifs, elles peuvent aussi l'être à cause de mort. Or, le décès d'un contractant peut avoir des conséquences non négligeables sur le sort du contrat, selon la nature

¹⁸⁷¹ Sur l'importance de l'audit, v. *supra*, §245.

¹⁸⁷² L'obligation est étudiée ici comme un élément du patrimoine, cessible et transmissible : v. sur ce point, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 1618. Or, « il n'y a véritablement cession, donc circulation de l'obligation, que si celle-ci est transférée sur la tête d'un nouveau titulaire avec ses caractères et ses accessoires » (n° 1621). Si la créance est née dans un rapport contractuel, la cession de créance à un cessionnaire revient à donner un nouveau cocontractant au débiteur de la créance cédée.

¹⁸⁷³ Le code civil intègre désormais un chapitre dédié aux opérations sur obligations (articles 1321 à 1340). La spécificité des cessions de créance ou de dette (sections I et II de ce chapitre) est leur nature translatrice, contrairement à la délégation ou à la novation (sections III et IV de ce chapitre) : *Ibid.*, n° 1619.

¹⁸⁷⁴ Articles 1216 à 1216-3 s'agissant de la cession de contrat et articles 1321 à 1328-1 pour les cessions de créance et de dette.

de l'obligation qui devait être exécutée par le défunt. Il faut déterminer si, lorsque le décès du contractant a des conséquences sur le sort du contrat, le smart contract peut intégrer cet incident ou s'il est imperméable à tout changement de contractant à cause de mort (B).

A. *La cession de créance mise en œuvre par le smart contract*

634. Le smart contract au service d'une efficacité renforcée de la cession de créance.

La question qui se pose concerne la mise en œuvre de la circulation de l'obligation, une fois qu'elle a été consentie, par le smart contract qui exécute l'obligation concernée par l'opération. Si le smart contract permet de mettre en œuvre une cession de créance de droit commun, cette solution apporterait une grande efficacité à l'instrument de transmission de l'obligation. Peut-être même pourrait-il être possible de procéder à la cession de créance entièrement au moyen d'un smart contract ? Les conditions de validité et d'efficacité de la cession de créance doivent alors être éprouvées lorsque celle-ci procède d'un smart contract (1). Si l'on pousse le raisonnement plus loin, c'est même l'utilisation de la cession de créance à titre de garantie, véritable sûreté consacrée par la réforme de 2021¹⁸⁷⁵, qui pourrait s'avérer très attractive en cas de mise en œuvre par des smart contracts (2).

1) *La cession de créance classique*

635. Cession de créance et smart contract : quelle hypothèse ? Selon l'alinéa premier de l'article 1321 du code civil, « la cession de créance est un contrat par lequel le créancier cédant transmet, à titre onéreux ou gratuit, tout ou partie de sa créance contre le débiteur cédé à un tiers appelé le cessionnaire ». Il s'agit alors de « permettre à une personne initialement étrangère au rapport d'obligation d'y devenir partie »¹⁸⁷⁶. Cette opération sur obligation est réglementée tant comme le transfert d'un bien que comme un changement de créancier¹⁸⁷⁷ et peut intervenir à titre onéreux comme à titre gratuit¹⁸⁷⁸. On comprend dès lors qu'une telle opération puisse concerner des créances *informatisables*, dont l'exécution est confiée à un smart contract déployé sur une blockchain.

L'hypothèse est celle d'un contrat dont une créance doit être payée au moyen d'un smart contract. Or, la cession de créance peut être envisagée de deux façons. Dans un premier

¹⁸⁷⁵ Ordonnance n° 2021-1192 du 15 septembre 2021 portant réforme du droit des sûretés.

¹⁸⁷⁶ M. JULIENNE, *Régime général des obligations*, op. cit., n° 146.

¹⁸⁷⁷ *Ibid.*, n° 144 ; F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., nos 1618 et 1621.

¹⁸⁷⁸ La cession de créance s'apparente alors, selon les cas, à une hypothèse particulière de vente, un échange, une donation ou un legs, etc. v. *Ibid.*, n° 1625.

scénario, il est possible d’imaginer une cession de créance intervenant à l’aide d’un contrat classique, en dehors de la blockchain, et portant sur une créance incorporée dans un smart contract d’application d’un contrat principal. Dans un second scénario, pourquoi ne pas songer à une cession de créance directement consentie dans un pur smart contract ou un contrat hybride ?

Dans l’un et l’autre cas, il faut s’assurer de l’efficacité de la cession de créance au regard du smart contract (b). Avant cela, la validité même d’une cession de créance entièrement opérée par smart contract devra être éprouvée (a).

a) La validité d’une « smart cession de créance »

636. L’application des règles de validité de la cession de créance au smart contract.

Si un créancier d’une créance détenue sur la blockchain¹⁸⁷⁹ décide de la céder par un smart contract à une adresse cryptographique désignée, celle du cessionnaire, une telle cession sera-t-elle regardée comme valable en droit ? Pour rappel, les conditions régissant la cession de créance sont assez réduites. Son champ d’application est étendu aux créances présentes ou futures, déterminées ou déterminables, ainsi qu’aux accessoires de la créance¹⁸⁸⁰. Sur le terrain de la validité, l’article 1322 du code civil exige seulement un écrit à peine de nullité¹⁸⁸¹. En définitive, pour être regardée comme valable, la cession de créance doit être contenue dans un écrit entre le cédant et le cessionnaire, avec la mention de la créance cédée, ou de l’ensemble des créances le cas échéant. Cet écrit devra contenir suffisamment d’informations pour que les créances soient déterminées ou déterminables. Il faut vérifier que ces conditions sont remplies en présence d’un smart contract.

L’exigence relative à la désignation des créances paraît simple à satisfaire, puisqu’il suffira de désigner le smart contract contenant la créance cédée et d’en préciser les

¹⁸⁷⁹ C’est-à-dire une créance qui procède d’une obligation exécutable via un smart contract déployé sur une blockchain.

¹⁸⁸⁰ Article 1321 du code civil : « La cession de créance est un contrat par lequel le créancier cédant transmet, à titre onéreux ou gratuit, tout ou partie de sa créance contre le débiteur cédé à un tiers appelé le cessionnaire.

Elle peut porter sur une ou plusieurs créances présentes ou futures, déterminées ou déterminables.

Elle s’étend aux accessoires de la créance.

Le consentement du débiteur n’est pas requis, à moins que la créance ait été stipulée incessible. »

¹⁸⁸¹ Article 1322 du code civil : « La cession de créance doit être constatée par écrit, à peine de nullité. » C’est la seule condition de validité énoncée au sein des dispositions dédiées à la cession de créance, qui vise à protéger les tiers dès lors la cession de créance leur est opposable sans formalité (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 736). En revanche, le texte n’impose aucun contenu. Ces auteurs soulignent cependant que « quelques mentions minimales s’imposent » pour des raisons logiques : « identification des parties, nature translatrice de l’opération, identification des créances cédées, signature des parties », ainsi que la date.

caractéristiques le cas échéant. La condition peut également être satisfaite par l'indication de l'adresse du smart contract.

La condition d'un écrit, exigée à peine de nullité, doit tout autant être remplie. Or, le contrat informatisé peut-il être considéré comme un écrit ? Il a été montré que le smart contract peut tout à fait être qualifié d'écrit électronique¹⁸⁸². Seule sa valeur probatoire est en question au regard des dispositions relatives à la preuve électronique, la fiabilité de la signature n'atteignant pas le niveau exigé par les normes européennes. Mais s'agissant d'une cession de créance, l'écrit que constitue le code informatique du smart contract déployé sur la blockchain pourrait tout à fait suffire, d'autant que le formalisme est exigé *ad validitatem*. C'est d'ailleurs ce qu'avait prévu l'ordonnance 28 avril 2016 sur les minibons, en autorisant l'émission et le transfert de ces actifs financiers sur un dispositif d'enregistrement électronique partagé, c'est-à-dire une blockchain¹⁸⁸³. En effet, l'article L. 223-13 du code monétaire et financier créé par cette ordonnance disposait que « le transfert de propriété de minibons résulte de l'inscription de la cession dans le dispositif d'enregistrement électronique mentionné à l'article L. 223-12, **qui tient lieu de contrat écrit pour l'application des articles 1321 et 1322 du code civil** »¹⁸⁸⁴. La condition d'écrit précisément exigée à l'article 1322 du code civil était réputée remplie par la simple inscription de la cession dans une blockchain. Même si la disposition a été abrogée à l'occasion de la suppression du régime des minibons¹⁸⁸⁵, l'analyse nous semble pouvoir être maintenue, puisque le smart contract peut en effet être qualifié d'écrit. La cession de créance opérée par un pur smart contract ou un contrat hybride peut donc être regardée comme valable, l'inscription dans une blockchain permettant de satisfaire la condition d'un écrit au sens de l'article 1322 du code civil¹⁸⁸⁶. Reste alors à apprécier son efficacité, dans cette hypothèse comme dans celle où elle est seulement exécutée par le smart contract.

¹⁸⁸² V. *supra*, §475 sur la qualification possible d'écrit électronique et §479 s. sur la délicate question de l'imputabilité de l'écrit et de la fiabilité de la signature pour donner une valeur probante au smart contract.

¹⁸⁸³ V. *supra*, §7.

¹⁸⁸⁴ Nous soulignons.

¹⁸⁸⁵ Cette disposition a été abrogée lors de la suppression du régime des minibons opérée par une ordonnance du 22 décembre 2021. Cette suppression a été décidée dans le cadre d'une mise en conformité du « cadre réglementaire national relatif au financement participatif avec le paquet européen adopté le 7 octobre 2020 et comprenant un règlement (UE) 2020/1503, ainsi qu'une directive (UE) 2020/1504, laquelle a déjà été transposée par l'ordonnance n° 2021-738 du 9 juin 2021 », selon le rapport présentant l'ordonnance (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044546247>). En effet, « Le règlement (UE) 2020/1503 crée un nouveau statut européen, celui de prestataire de services de financement participatif (PSFP) » qui a pour effet de priver d'intérêt le régime des minibons (*ibid*). Notons que l'article L.223-12 du CMF, désormais abrogé, n'avait pas reçu d'exact équivalent pour la transmission de titres financiers non cotés sur un « DEEP » prévue par l'ordonnance du 8 décembre 2017 ; on trouve seulement à l'alinéa 2 de l'article L.211-3 du code monétaire et financier la disposition suivante : « L'inscription dans un dispositif d'enregistrement électronique partagé tient lieu d'inscription en compte ».

¹⁸⁸⁶ On peut noter que le smart contract de cession indiquera nécessairement les adresses publiques du cédant et du cessionnaire et désignera les créances cédées, puisqu'il a besoin de ces éléments pour fonctionner. La question du contenu de l'écrit ne se présente donc pas comme un problème.

b) *L'efficacité de la cession de créance exécutée par un smart contract*

637. La transposition des règles d'efficacité de la cession de créance au smart contract. La question qui se pose est celle de savoir comment la cession de créance peut produire ses effets alors que la créance résulte d'une obligation qui doit s'exécuter automatiquement par un smart contract – une obligation informatisable. Dans notre hypothèse, un paiement d'une créance est programmé par un smart contract, c'est-à-dire qu'il sera effectué de l'adresse d'un débiteur vers l'adresse d'un créancier. Une cession de créance intervient, soit par contrat classique, soit directement par un contrat informatisable de cession de créance. Pour qu'elle soit efficace, la cession de créance exécutée au moyen d'un smart contract doit alors respecter les règles de droit positif.

L'opposabilité de la cession de créance aux tiers et au débiteur cédé est essentielle pour lui conférer une pleine efficacité. L'article 1323 du code civil¹⁸⁸⁷, qui régit les effets de la cession de créance, prévoit clairement l'opposabilité immédiate de la cession aux tiers à la date de l'acte, ainsi que l'effet translatif de la créance et de ses accessoires (notamment les sûretés qui la garantissent) au cessionnaire à cette date. Il faudra en revanche procéder à une notification au débiteur ou le faire intervenir à l'acte, s'il n'y a pas déjà consenti, pour que la cession lui soit opposable¹⁸⁸⁸. C'est le point le plus intéressant pour l'hypothèse étudiée, puisque de l'opposabilité au débiteur dépend le caractère libératoire de son paiement¹⁸⁸⁹. En effet, la notification « a vocation à réaliser le changement de créancier dont la cession de créance est potentiellement porteuse »¹⁸⁹⁰ et le paiement ne pourra dès lors être fait valablement qu'au créancier cessionnaire.

Il faut encore préciser une spécificité du régime de la cession de créance, prévue à l'alinéa 2 de l'article 1324 du code civil¹⁸⁹¹ et qui pourrait être source de difficulté en présence d'un smart contract : l'opposabilité des exceptions par le débiteur cédé¹⁸⁹². Le débiteur peut en

¹⁸⁸⁷ Article 1323 du code civil : « Entre les parties, le transfert de la créance, présente ou future, s'opère à la date de l'acte.

Il est opposable aux tiers dès ce moment. En cas de contestation, la preuve de la date de la cession incombe au cessionnaire, qui peut la rapporter par tout moyen. »

¹⁸⁸⁸ Article 1324 du code civil, alinéa 1^{er} : « La cession n'est opposable au débiteur, s'il n'y a déjà consenti, que si elle lui a été notifiée ou s'il en a pris acte. »

¹⁸⁸⁹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1633 s. : le paiement effectué au cédant est valable et libératoire tant que la notification n'a pas été faite.

¹⁸⁹⁰ M. JULIENNE, *Régime général des obligations*, *op. cit.*, n° 174 ; peu importe d'ailleurs de qui émane la notification, la loi ne le précisant pas.

¹⁸⁹¹ Article 1324 du code civil, alinéa 2 : « Le débiteur peut opposer au cessionnaire les exceptions inhérentes à la dette, telles que la nullité, l'exception d'inexécution, la résolution ou la compensation des dettes connexes. Il peut également opposer les exceptions nées de ses rapports avec le cédant avant que la cession lui soit devenue opposable, telles que l'octroi d'un terme, la remise de dette ou la compensation de dettes non connexes. »

¹⁸⁹² V. *infra*, §640.

effet opposer au cessionnaire toute exception inhérente à la dette ainsi que toute exception née de son rapport avec le cédant préalablement à la notification de la cession. Cette opposabilité vise à protéger le débiteur cédé en lui permettant de refuser un paiement au cessionnaire, dans les cas où il aurait pu valablement refuser le paiement au cédant¹⁸⁹³. Il faut donc vérifier que la cession de créance exécutée au moyen d'un smart contract est conforme à ces deux séries de règles.

638. 1°) L'opposabilité de la cession de créance exécutée par smart contract. Le transfert de propriété de la créance aura lieu, conformément à l'article 1323 du code civil, à la date de l'acte, c'est-à-dire à la date du contrat écrit la constatant ou à la date indiquée par l'horodatage du smart contract déployé. Il faut toutefois trouver un moyen pour que le paiement soit dirigé vers une nouvelle adresse publique, à savoir celle du cessionnaire, et pour que la cession soit opposable au débiteur cédé. À défaut, le smart contract initial, c'est-à-dire celui permettant d'exécuter la créance, continuera à s'exécuter comme le prévoit son code et le paiement sera effectué au créancier cédant.

Une fonction informatique de changement de créancier pourrait être programmée au sein du smart contract initial, afin d'opérer dans le même temps l'opposabilité juridique et la mise en œuvre pratique de la cession. La fonction serait déclenchée par apposition des clés cryptographiques du créancier cédant et du débiteur cédé, permettant ainsi de recueillir le consentement du débiteur cédé et de lui rendre opposable la cession. Le déclenchement de la fonction de changement de créancier permettrait alors de transmettre au smart contract un ordre de paiement vers le créancier cessionnaire et ainsi de procéder à un paiement libératoire pour le débiteur cédé. Dans ces conditions, la cession de créance exécutée par smart contract est parfaitement efficace et opposable aux tiers et au débiteur cédé. Une telle fonction revient à automatiser les effets de la cession de créance, permettant d'octroyer à cet instrument une efficacité redoublée, dès lors que le risque de paiement au mauvais créancier est évacué.

Si en revanche la fonction de changement de créancier est programmée pour être déclenchée unilatéralement par le créancier cédant et que le débiteur cédé n'est pas intervenu à l'acte, il faudra lui notifier la cession. Il est alors envisageable de programmer une notification automatique au débiteur cédé, envoyée à la suite du déclenchement de la fonction de changement de créancier. La première solution est toutefois préférable puisque le débiteur prend une part active à la mise en œuvre de la cession.

¹⁸⁹³ V. en ce sens, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 747 au sujet de l'article 1324 : cette opposabilité s'explique par « l'effet translatif de la cession et l'objectif de neutralité de l'opération à l'égard du cédé » qui « justifie que ce dernier soit, face au cessionnaire, dans la même position que celle qu'il occupait face au cédant. Il doit en particulier pouvoir continuer à invoquer toutes les exceptions qu'il aurait pu invoquer contre le cédant ».

Enfin, il est possible de prévoir une voie alternative si la fonction de changement de créancier n'est pas programmée dans le smart contract initial commandant la créance cédée. Cette situation est sans doute la plus à même de se produire en pratique, car il n'est pas évident qu'un smart contract de paiement de créance prévoie toujours *ab initio* la possibilité de changer de créancier. Tout simplement, il reviendra au créancier cédant et au créancier cessionnaire de programmer un smart contract de cession de créance, transférant automatiquement au cessionnaire le paiement reçu par le cédant en exécution du smart contract initial. Ainsi, le débiteur cédé, non informé de la cession, se verra libéré grâce au paiement effectué par le smart contract initial à son créancier (le cédant), tandis que le smart contract de cession de créance permettra de procéder à un nouveau paiement du cédant envers le cessionnaire. Cette solution immédiate et sans notification est très simple à mettre en œuvre et présente l'avantage de ne concerner que le cédant et le cessionnaire, tout en étant conforme au droit positif.

639. La transmission des accessoires de la créance. L'automatisation doit alors prendre en compte tous les effets de la cession de créance, en ce compris la transmission des accessoires de la créance, qui opère de plein droit¹⁸⁹⁴. Le créancier cessionnaire doit pouvoir bénéficier notamment des sûretés accessoires qui étaient attachées à la créance. Imaginons une créance garantie par un nantissement de titres financiers émis et inscrits sur une blockchain, ce qui est d'ores et déjà autorisé en droit français¹⁸⁹⁵. Si la créance est cédée, le contrat informatisable de cession ou le smart contract d'application de la cession doit impérativement prévoir informatiquement le transfert de la sûreté attachée à cette créance. La programmation sera délicate mais permettra de donner plein effet informatique à la cession de créance par smart contract. L'instrument sera alors d'une efficacité redoutable.

640. 2°) L'opposabilité des exceptions dans un smart contract. Comment le débiteur cédé pourra-t-il opposer des exceptions au cessionnaire ? Qu'il s'agisse d'exceptions inhérentes à la dette ou nées de son rapport avec le cédant, il est loin d'être évident que des exceptions puissent être opposées par le débiteur cédé au créancier cessionnaire.

C'est en réalité le mécanisme même d'opposabilité des exceptions qui se révèle être incompatible avec le fonctionnement du smart contract, qui s'exécute en principe de façon irrésistible. Pour qu'un débiteur puisse opposer une exception à son créancier, il faut que cette possibilité ait été programmée en amont dans le code informatique. Par définition, l'opposabilité des exceptions entrave l'exécution infaillible et irrésistible. L'exécution smart

¹⁸⁹⁴ V. en ce sens, J. FLOUR *et al.*, *Les obligations. 3. Le rapport d'obligation*, *op. cit.*, n° 111 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1640.

¹⁸⁹⁵ Sur cette possibilité, v. *supra*, §7 et les articles L. 211-20 et R. 211-14-1 du code monétaire et financier.

contractuelle écarte tout mécanisme correctif qui viendrait empêcher l'exécution de l'obligation informatisable. La situation n'est donc pas aggravée pour le débiteur en cas de cession de sa créance – or, c'est la *ratio legis* de l'opposabilité des exceptions au cessionnaire : éviter que le débiteur ne se retrouve dans une situation plus défavorable que face à son propre créancier¹⁸⁹⁶. En présence d'une cession de créance opposable au débiteur, celui-ci ne pourra rien opposer de plus ou de moins au cessionnaire. Seules les exceptions déjà prises en compte par le smart contract, par exemple par l'activation d'une fonction « *selfdestruct* », s'appliqueront automatiquement dans les relations avec le cessionnaire, puisqu'elle atteindra directement la créance cédée en neutralisant le smart contract qui la contient. Si les parties n'ont programmé aucune possibilité d'arrêter l'exécution automatique en raison d'une exception opposable par le débiteur, alors le smart contract s'exécutera en dépit de l'exception que le débiteur aurait opposée dans un contrat classique – par exemple une cause de nullité ou la résolution du contrat.

Une fois de plus, le recours aux smart contracts témoigne de l'opposition irréductible entre, d'une part, les mécanismes du droit des contrats apportant de la souplesse et de la flexibilité aux prévisions initiales des contractants, et d'autre part, la rigidité native des smart contracts. Cette situation illustre une nouvelle fois le déplacement du contentieux *ex ante* vers le contentieux *ex post*, privant le mécanisme d'opposabilité des exceptions, par nature *ex ante*, de toute efficacité. Le débiteur cédé pourra toujours chercher à assigner le créancier cessionnaire devant le juge pour voir reconnaître le caractère indu du paiement automatiquement effectué et en obtenir une restitution¹⁸⁹⁷. De ce point de vue, le smart contract est désavantageux pour le débiteur cédé, qui voit une protection importante de ses droits disparaître *a priori*, pour ne réapparaître que devant le juge *a posteriori*. Mais du point de vue du créancier, le smart contract assure une efficacité parfaite de la cession de créance, ce qui pourrait être particulièrement utile si elle est effectuée à titre de garantie.

2) *La cession de créance à titre de garantie*

641. La cession de créance à titre de garantie¹⁸⁹⁸. La cession de créance de droit commun à titre de garantie a été insérée dans le code civil à l'issue de la réforme du droit des

¹⁸⁹⁶ V. en ce sens, A. BENABENT, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 711 : « la cession ne doit pas aggraver la situation du débiteur ».

¹⁸⁹⁷ V. *infra*, §672.

¹⁸⁹⁸ V. sur le sujet, O. DESHAYES, « La cession de créance de droit commun à titre de garantie. Révolution dans le monde des sûretés sur créance ? », *JCP E*, 2021, p. 1493.

sûretés menée par l'ordonnance du 15 septembre 2021¹⁸⁹⁹, à l'article 2373¹⁹⁰⁰. Il est désormais possible de conclure un contrat de cession de créance à des fins de garantie, sans risquer de le voir requalifier en nantissement comme le faisait jusque-là la Cour de cassation¹⁹⁰¹. En effet, avant la réforme de 2021, seulement des instruments spéciaux permettait d'y parvenir, principalement la cession Dailly pour les créances professionnelles et la fiducie. Désormais, l'article 2373 du code civil permet tout simplement d'utiliser le contrat de cession de créance. Il suffira de désigner les créances cédées dans l'acte¹⁹⁰² et de respecter les conditions précédemment décrites pour la cession de créance.

Dès que la créance cédée arrive à échéance, le créancier cessionnaire en perçoit le paiement. Il pourra conserver les sommes versées, à charge de les restituer si la créance garantie est finalement payée, ou bien directement les imputer sur la créance garantie à l'échéance de celle-ci¹⁹⁰³. Dans le cas où la créance garantie est intégralement payée avant l'échéance de la créance cédée, le cédant en retrouve la propriété de plein droit¹⁹⁰⁴. Le régime est très proche de celui du nantissement de créance¹⁹⁰⁵, mais ce qui nous intéresse ici est le changement de titulaire de la créance, ce qui a une incidence sur le smart contract qui exécute cette créance.

642. L'application aux smart contracts. L'enjeu est de réussir à transcrire en logique conditionnelle informatizable les dispositions propres au mécanisme de garantie de la cession de créance ainsi envisagée. Aucune difficulté ne s'impose, à condition que la créance cédée et la créance garantie soient elles-mêmes régies par des smart contracts – ce qui exclut alors des créances payables en euros ou toute autre devise légale...

Imaginons la situation suivante : un investisseur acquiert un terrain dans le métavers¹⁹⁰⁶ et y construit des magasins, le tout financé par un prêt en cryptomonnaie. Il loue ensuite les magasins à des marques pour qu'elles les exploitent virtuellement en lui reversant

¹⁸⁹⁹ Ordonnance n° 2021-1192 du 15 septembre 2021 portant réforme du droit des sûretés.

¹⁹⁰⁰ Article 2373 du code civil : « La propriété d'une créance peut être cédée à titre de garantie d'une obligation par l'effet d'un contrat conclu en application des articles 1321 à 1326. »

¹⁹⁰¹ V. en particulier deux arrêts principaux, Com., 19 déc. 2006, n° 05-16.395, *Bull. civ. IV*, n° 250 (« en dehors des cas prévus par la loi, l'acte par lequel un débiteur cède et transporte à son créancier, à titre de garantie, tous ses droits sur des créances, constitue un nantissement de créance ») et Com., 26 mai 2010, n° 09-13.388, *Bull. civ. IV*, n° 94 (« Attendu qu'en statuant ainsi, alors qu'elle avait relevé que la cession des loyers faite par la société Fideux à la société GOBTP en garantie du remboursement du prêt consenti a été signifiée au locataire conformément aux dispositions de l'article 1690 du code civil, de sorte que la société GOBTP avait la qualité de créancier nanti, la cour d'appel, qui n'a pas tiré les conséquences légales de ses constatations, a violé les textes susvisés »).

¹⁹⁰² Article 2373-1 alinéa 1 du code civil : « Les créances garanties et les créances cédées sont désignées dans l'acte. »

¹⁹⁰³ Article 2373-2 du code civil : « Les sommes payées au cessionnaire au titre de la créance cédée s'imputent sur la créance garantie lorsqu'elle est échue.

Dans le cas contraire, le cessionnaire les conserve dans les conditions prévues aux articles 2374-3 à 2374-6. »

¹⁹⁰⁴ Article 2373-3 du code civil.

¹⁹⁰⁵ V. sur ce point, O. DESHAYES, « La cession de créance de droit commun à titre de garantie. Révolution dans le monde des sûretés sur créance ? », *op. cit.*, n° 12 s.

¹⁹⁰⁶ Sur les métavers, et l'engouement actuel du monde juridique, v. *supra*, §16.

un loyer, payable dans la même cryptomonnaie. L'investisseur peut céder à titre de garantie les créances de loyer, dont le paiement automatique est prévu par un smart contract, au bénéfice du créancier prêteur en garantie du remboursement de la créance issue du contrat de prêt, également régi par un smart contract. Ainsi, si les magasins payent leurs loyers, les sommes versées en cryptomonnaie en vertu des créances cédées reviendront au prêteur et pourront s'imputer sur le montant de la créance de garantie, si celle-ci est échue. Les parties pourront coder ces différents smart contracts afin de prévoir un changement de destinataire du paiement (un changement d'*accipiens*) temporaire jusqu'à échéance de la créance garantie. Le smart contract devra également contenir les actions à exécuter selon le dénouement de la situation, c'est-à-dire selon le paiement de la créance garantie par le cédant (restitution des sommes perçues au titre des créances cédées) ou l'absence de paiement (imputation de ces sommes sur le montant de la créance garantie). Tout type de montage est informatiquement envisageable dès lors que les actifs concernés sont numériques et peuvent être transférés à une adresse publique à l'aide d'un smart contract.

643. Efficacité de la « smart cession de créance » à titre de garantie. La cession de créance à titre de garantie opérée par un smart contract présenterait toute l'efficacité recherchée dans un tel instrument, puisque les paiements sont automatisés selon les volontés des parties, mais aussi les restitutions des sommes payées, en cas de paiement de la créance garantie. Il est même possible de programmer la mise en œuvre pratique de l'effet de plein droit¹⁹⁰⁷ prévu par l'article 2373-3 du code civil : « Lorsque la créance garantie est intégralement payée avant que la créance cédée ne le soit, le cédant recouvre de plein droit la propriété de celle-ci ». Le smart contract pourra et devra contenir une fonction permettant de transférer de nouveau la créance au cédant, ce qui se traduira simplement par l'indication au smart contract que l'*accipiens* est de nouveau le créancier initial. Techniquement, le paiement de la créance garantie déclenchera automatiquement l'annulation du changement de créancier préalablement opérée en exécution de la cession de créance à titre de garantie.

Le smart contract apparaît donc comme un outil particulièrement efficace pour mettre en place une telle sûreté et de prévoir ainsi le changement de créancier par anticipation. À l'inverse, le changement de contractant s'avère bien plus compliqué à indiquer au smart contract s'il est imprévu, notamment en raison d'un décès.

¹⁹⁰⁷ V. *supra*, §386 sur l'effet de plein droit et le rôle du smart contract.

B. Le décès d'un contractant

644. L'incidence du décès du contractant sur le smart contract. Lorsqu'un contractant décède, qu'advient-il du contrat auquel il était partie et des obligations dont il était créancier ou débiteur ? Le décès d'un contractant n'emporte pas toujours une transmission de sa qualité de contractant à ses héritiers. Il faut alors préciser comment le droit permet de régler la question du décès d'un contractant sans mettre à mal la force obligatoire des contrats. Il sera ensuite possible de déterminer comment le décès du contractant peut, le cas échéant, être indiqué au smart contract et être suivi d'effets conformes au droit. En définitive, la question est de savoir si le décès du contrat a un effet résolutoire ou si, au contraire, le contrat doit être exécuté par l'héritier du contractant décédé. Dans le premier cas, le smart contract devrait être arrêté tandis que dans le second cas, le smart contract devrait continuer à s'exécuter. La transmissibilité du contrat à cause de mort est conciliable avec l'imperméabilité et de l'immutabilité du smart contract déployé sur une blockchain : le smart contract continuera en principe à s'exécuter indépendamment de la mort d'une des parties (1). Par exception, certains contrats ou du moins certaines obligations s'avèrent intransmissibles au décès du débiteur. Il est indispensable d'identifier ces situations et de s'interroger sur le sort du smart contract (2).

1) Transmissibilité des contrats et automaticité des smart contracts

645. La transmissibilité des contrats aux ayants cause. Lorsqu'une personne décède, il faut déterminer si, au-delà des éléments de passif et d'actif composant son patrimoine, sa position contractuelle peut être transmise à ses ayants cause. Autrement dit, l'héritier du contractant est-il un « continueur du contrat »¹⁹⁰⁸ ? Ses ayants cause ont-ils « vocation à devenir créanciers ou débiteurs au titre de l'exécution du contrat postérieurement au transfert de patrimoine »¹⁹⁰⁹ ? La réponse d'ordre général est positive. Le principe est celui de la transmission des contrats du *de cuius* à ses héritiers, qui se retrouvent ainsi dans la position contractuelle jusque-là occupée par le défunt¹⁹¹⁰.

¹⁹⁰⁸ Expression utilisée par Mme Behar-Touchais dans sa thèse : M. BEHAR-TOUCHAIS, *Le décès du contractant*, *Economica*, 1988, n° 330 s. L'auteur se demande si, dans l'hypothèse où le droit ou l'obligation existe au jour du décès, il est « transmissible, c'est-à-dire peut-il être exécuté ou exercé par les continueurs du défunt ? » (n° 122).

¹⁹⁰⁹ O. DESHAYES, « Ayant cause », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, 2020, n° 117.

¹⁹¹⁰ *Id.* ; v. aussi, A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 255 : « il faut assimiler aux parties les personnes qui, en cas de disparition, prennent leur suite d'une manière générale, qu'on appelle des ayants cause à titre universel », c'est-à-dire, pour les personnes physiques, les héritiers et légataires à titre universel qui acceptent la succession ; pour les personnes morales, « la nouvelle société « vient aux droits » de l'ancienne et est donc liée par les contrats » ;

Cette transmissibilité de principe est d'ailleurs parfois expressément prévue par la loi, comme pour le bail à l'article 1742 du code civil¹⁹¹¹, ou pour la société, à l'article 1870 de ce code¹⁹¹². Plus généralement, la solution découlait de l'ancien article 1122 du code civil, qui disposait : « on est censé avoir stipulé pour soi et pour ses héritiers et ayants cause, à moins que le contraire ne soit exprimé ou ne résulte de la nature de la convention ». Si le texte a disparu à l'occasion de la réforme du droit des contrats, la règle demeure nécessairement¹⁹¹³, ne serait-ce qu'en se fondant sur le principe cardinal de continuation de la personne en droit des successions¹⁹¹⁴. Il faut donc retenir que le principe est bien celui de la transmission des contrats à cause de mort¹⁹¹⁵ – sauf les exceptions légalement reconnues ou librement consenties¹⁹¹⁶. Ce principe semble être conciliable avec l'exécution automatique et irrésistible des smart contracts.

646. La conciliation de l'exécution automatique et immuable du smart contract et de la transmissibilité des contrats. Comment peut s'exprimer le principe de transmissibilité des contrats en présence d'un smart contract ? Prenons l'hypothèse d'un contrat non encore exécuté, où le débiteur d'une obligation informatisable décède avant l'exécution. Imperméable aux événements du monde extérieur¹⁹¹⁷, le smart contract ne peut pas, de sa propre initiative, s'informer du décès de l'un des cocontractants. Du fait de son déterminisme et de son automaticité, il continuera de s'exécuter sans prendre en compte cet événement affectant l'une des parties. C'est seulement si la mort de l'un des contractants avait été érigée en condition résolutoire du contrat que l'information lui sera transmise par un oracle, ici un tiers de confiance appartenant au monde physique.

Si toutes les conditions de l'exécution des smart contracts n'étaient pas réunies, comment procéder ? Pour un smart contract d'application ou un contrat hybride, les successeurs du contractant décédé seront en principe connus et devront alors continuer le contrat qui leur

v. également, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 673 sur les personnes qui acquièrent ultérieurement la qualité de partie et le cas de la transmission à cause de mort.

¹⁹¹¹ Article 1742 du code civil : « Le contrat de louage n'est point résolu par la mort du bailleur ni par celle du preneur » ; en conséquence, il est transmis aux ayants droit du *de cujus*.

¹⁹¹² Article 1870 du code civil, alinéa 1 : « La société n'est pas dissoute par le décès d'un associé, mais continue avec ses héritiers ou légataires, sauf à prévoir dans les statuts qu'ils doivent être agréés par les associés. »

¹⁹¹³ V. en ce sens, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 673 en faveur du maintien de la règle et, soulevant la question, X. LABBE, « Où sont passés les ayants cause ? », *JCP E*, 2016, p. 708.

¹⁹¹⁴ V. en ce sens, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 816 ; R. BOFFA, « Effet relatif », in *Dictionnaire du contrat*, D. Mazeaud, R. Boffa et N. Blanc (dir.), LGDJ, 2018, p. 532.

¹⁹¹⁵ O. DESHAYES, « Ayant cause », *op. cit.*, n° 125 : « La transmission a pour effet que les droits et obligations recueillis par les ayants cause sont strictement les mêmes que ceux dont l'auteur était antérieurement le sujet : ils ont la même étendue, octroient les mêmes prérogatives et sont affectés des mêmes vices ».

¹⁹¹⁶ V. *infra*, §647.

¹⁹¹⁷ V. *supra*, §203 s.

est transmis en leur qualité d'héritiers du défunt¹⁹¹⁸. À ce titre, ils devront eux-mêmes satisfaire les éventuelles conditions pendantes, qui auront en principe trait à une prestation à l'extérieur de la blockchain. Si les ayants droit du défunt ne satisfont pas ces conditions, par exemple parce qu'ils n'ont pas connaissance du contrat ou n'ont pas la maîtrise informatique du smart contract, un blocage du smart contract surviendra et le cocontractant pourra les assigner en exécution forcée, comme pour un contrat classique.

Finalement, le recours au smart contract apparaît comme un atout tant pour les parties contractantes initiales que pour leurs éventuels successeurs : le contrat continuera à s'exécuter tel que prévu par les parties, sans que le décès du contractant ne puisse fragiliser ou rendre incertaine cette exécution, contrairement à ce que l'on peut constater concernant l'exécution classique des obligations reposant sur une intervention humaine¹⁹¹⁹. Le mode d'exécution choisi par les contractants est donc maintenu et toujours aussi efficace, peu importe la survenance du décès de l'un des contractants.

Toutefois, le smart contract pourrait se retrouver bloqué si des conditions *off-chain* doivent être remplies pour qu'il puisse s'exécuter et que les héritiers n'y parviennent pas, ou plus largement, si l'exécution dépend en partie du contractant décédé. La situation rejoint alors celle des cas d'intransmissibilité en droit positif.

2) *Le sort du smart contract en cas d'intransmissibilité de l'obligation du débiteur défunt*

647. Les exceptions au principe de transmission des contrats. L'effet résolutoire du décès. Dans certains cas, le contrat ne peut pas être transmis aux successeurs du contractant décédé : selon l'ancien article 1122 du code civil, ces hypothèses reposent soit sur une volonté contraire exprimée par les parties, soit sur la nature du contrat. Ainsi, les parties peuvent convenir de l'intransmissibilité du contrat, c'est-à-dire ériger le décès de l'un des contractants

¹⁹¹⁸ Cette solution est impossible à mettre en œuvre pour un pur smart contract sous pseudonymat, faute de connaître l'identité du défunt, et donc de ses successeurs. Le pur smart contract évolue une fois de plus dans une sphère où l'application du droit est très difficile.

¹⁹¹⁹ Ce qui peut être le cas dans le monde classique, comme le montre Mme Behar-Touchais, détaillant le cas où le *de cuius* était à la tête d'une entreprise individuelle, rendue très vulnérable par le décès de celui-ci et soulignant en conséquence la perte de confiance du créancier dans le débiteur successeur du *de cuius* (M. BEHAR-TOUCHAIS, *Le décès du contractant*, *op. cit.*, nos 343-344).

en terme résolutoire ou extinctif¹⁹²⁰ ; celle-ci peut aussi découler expressément d'une disposition législative¹⁹²¹ ou bien implicitement de la nature du contrat.

Nombre d'auteurs s'accordent à dire que le caractère *intuitus personae* d'un contrat s'impose comme critère pour écarter la transmissibilité du contrat en raison de sa nature¹⁹²². Toutefois, le critère a pu être affiné par certains, en limitant cette intransmissibilité au seul critère de l'*intuitus personae* positif¹⁹²³ voire aux seules obligations personnalisées de faire attachées à la personne physique du contractant¹⁹²⁴. La loi crée aussi parfois des cas d'*intuitus personae* limité, comme pour le contrat de bail en édictant une transmissibilité à certaines personnes désignées¹⁹²⁵.

En résumé, l'idée repose sur le postulat que ne sont transmissibles que les obligations pouvant être exécutées par une autre personne que le défunt¹⁹²⁶. Dans les contrats où l'exécution de l'obligation par un successeur n'est en définitive pas possible, le décès peut être analysé comme ayant un effet résolutoire, « puisqu'il va créer une impossibilité d'exécuter l'obligation ou d'exercer le droit du défunt »¹⁹²⁷. Il faut préciser les cas dans lesquels l'exécution de l'obligation informatisable dépend en réalité en partie du contractant.

648. L'intransmissibilité appliquée aux smart contracts. Puisque l'intransmissibilité ne touche que les obligations particulièrement attachées à la personne du contractant, ne sont

¹⁹²⁰ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 673 : « les contractants peuvent valablement convenir que le contrat prendra fin à la mort d'un d'entre eux ; par exemple en stipulant que le bail est conclu pour la durée de la vie du locataire ». Dans le même sens, v. A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 256.

¹⁹²¹ O. DESHAYES, « Ayant cause », *op. cit.*, n° 117. Ainsi, c'est le cas du louage d'ouvrage (article 1795 du code civil), du mandat (article 2003 du code civil) ou encore pour la société en nom collectif (article L.221-15 du code de commerce).

¹⁹²² V. en ce sens, *Id.* : « il y est porté exception en présence d'obligations naturellement ou volontairement marquées d'*intuitus personae* » ; v. aussi F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 673 : « les contrats qui sont conclus *intuitu personae*, c'est-à-dire en considération des qualités mêmes du contractant, de ses aptitudes, de ses connaissances n'étendent pas leurs effets aux héritiers de celui-ci », en raison des rapports strictement personnels qu'ils établissent. V. dans le même sens, F. VALLEUR, *L'intuitu personae dans les contrats*, *op. cit.*, n° 99 ; A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 256 : l'auteur évoque les contrats « dans lesquels le rôle de la personne est trop décisif pour supporter une substitution ».

¹⁹²³ M. CONTAMINE-RAYNAUD, *L'intuitu personae dans les contrats*, th. Paris II, 1974, n° 179 s. : c'est-à-dire que le contrat a été conclu en considération de telles qualités spécifiques d'une personne.

¹⁹²⁴ M. BEHAR-TOUCHAIS, *Le décès du contractant*, *op. cit.*, n°s 126-127 : l'intransmissibilité est fondée selon l'auteur sur une attache objective non volontaire de l'obligation à la personne physique du contractant, c'est-à-dire les obligations personnalisées de faire. V. dans le même sens de restriction : A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 256, pour qui le caractère *intuitu personae* d'un contrat s'apprécie « selon chaque obligation », « selon la nature des prestations ».

¹⁹²⁵ L'article 14 de la loi du 6 juillet 1989 prévoit le transfert du contrat de location, lors du décès du locataire, « au conjoint survivant qui ne peut se prévaloir des dispositions de l'article 1751 du code civil ; aux descendants qui vivaient avec lui depuis au moins un an à la date du décès ; au partenaire lié au locataire par un pacte civil de solidarité ; aux ascendants, au concubin notoire ou aux personnes à charge, qui vivaient avec lui depuis au moins un an à la date du décès. ».

¹⁹²⁶ C'est ainsi que M. Behar-Touchais écarte le critère de l'*intuitu personae* pour le contrat de travail par exemple, qui n'est pas transmissible alors qu'il n'est pas toujours teinté d'*intuitu personae*.

¹⁹²⁷ M. BEHAR-TOUCHAIS, *Le décès du contractant*, *op. cit.*, n° 156. L'auteur en conclut à l'impossibilité de se substituer un tiers dans l'exécution de son obligation pour ces cas très précis ; v. dans le même sens pour l'effet résolutoire : F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 673 : « le décès de la partie dont la personnalité avait été prise en considération – ouvrier, architecte, peintre, chirurgien, avocat – met alors fin au contrat ».

en principe pas concernées les obligations exécutoires informatiquement par smart contract, dépourvues de tout *intuitu personae*. Ainsi, l'intransmissibilité ne concernerait que les obligations ne relevant pas d'un smart contract. À l'inverse, toute obligation informatisable serait transmissible puisqu'elle ne dépend pas du défunt pour être exécutée. Le smart contract n'est donc en principe pas concerné par les exceptions d'intransmissibilité.

Toutefois, il faut réserver le cas des obligations informatisables qui pourraient malgré tout dépendre de la personne du défunt. La situation se présente lorsque toutes les conditions de l'exécution du smart contract n'étaient pas encore satisfaites, par exemple si des conditions *off-chain* devaient être remplies et dépendaient du contractant décédé. On peut imaginer un smart contract de commande d'une œuvre numérique en 3D réalisée par un célèbre artiste. Le smart contract permet d'exécuter le paiement en cryptomonnaie d'une œuvre numérique et de transférer la propriété unique de cette œuvre une fois achevée, sous forme de jeton numérique non-fongible (*non fungible token* ou NFT). L'artiste décède pendant la réalisation de son œuvre, alors que l'acheteur a déjà versé une partie du prix à titre d'acompte au smart contract. L'exécution de l'obligation est désormais impossible du fait du décès du débiteur. Ainsi, tout smart contract reposant sur des conditions *off-chain* dépendant d'un contractant est marqué par une certaine intransmissibilité. Par conséquent, une fonction résolutoire doit être insérée dans le smart contract

649. La traduction informatique du terme résolutoire. Il est tout à fait possible de programmer le déclenchement de la fonction « *selfdestruct* » (fonction de révocation)¹⁹²⁸, en cas d'information de la survenance du décès. Cette fonction sera alors la traduction du terme résolutoire en cas de décès d'un contractant. Il est aussi possible de prévoir plus largement que la non-réalisation d'une condition *off-chain* nécessaire à l'exécution du smart contract dans un délai déterminé entraînera le déclenchement de la fonction de révocation du smart contract : il s'agit alors d'un terme résolutoire, fixé à la survenance d'un événement certain (le décès du contractant) ou à l'écoulement d'un délai fixé. La solution assure une sécurité juridique accrue pour les parties ayant recours à un smart contract. Il est donc recommandé de programmer cette fonction toutes les fois que le smart contract n'est pas parfaitement autonome dans son exécution et dépendant en partie d'un des contractants.

Il est essentiel de programmer également, consécutivement au déclenchement de la fonction de révocation, le retour automatique des fonds déposés au smart contract – cette action « *return to sender* » étant en principe contenu dans la fonction « *selfdestruct* ». Ainsi, les actifs numériques qui avaient été déposés au smart contract reviendront à leur propriétaire initial,

¹⁹²⁸ V. *supra*, §544.

faute pour celui-ci d'avoir reçu sa contrepartie¹⁹²⁹. Pour reprendre l'exemple précédemment évoqué d'une commande d'œuvre d'art numérique¹⁹³⁰, si l'œuvre n'est pas transférée lors de la survenance du terme, alors les fonds sont retournés à l'acquéreur.

650. Conclusion de la section. De nombreux incidents ponctuent la vie des contrats. Or, lorsque le contrat est exécuté par un smart contract, la flexibilité qu'offre classiquement le droit des contrats pour appréhender ces incidents, souvent par le biais d'une intervention judiciaire, se heurte à la rigidité native des smart contracts. Une fois déployés, ceux-ci peuvent plus être modifiés. Cela signifie que toutes les solutions qu'offre le droit pour adapter judiciairement, unilatéralement ou conventionnellement les contrats devront être impérativement anticipées dans une version informatique adaptée, au sein du code du smart contract. Ainsi en est-il d'une fonction d'accès modificatif au smart contract pour permettre une modification du contrat, quelle qu'en soit la cause, ou d'une fonction de révocation, pour autoriser l'anéantissement du smart contract. Pour éviter également des divergences d'interprétation entre le contrat et son smart contract d'application ou intégré, il est recommandé aux parties d'insérer dans leur contrat une clause de priorité, favorisant l'interprétation du contrat en langage naturel. À défaut, l'intervention d'un expert sera indispensable, le juge étant pour l'heure dénué de compétence pour interpréter le code informatique.

Bien programmé, le smart contract peut être un atout favorisant une parfaite exécution du contrat, en dépit de changement qui pourrait atteindre les parties contractantes. Ainsi le décès du débiteur n'aura-t-il aucun effet sur les obligations informatisables qui seront exécutées par le smart contract ; mais il est recommandé d'insérer un terme résolutoire lié à la survenance du décès du contractant dont dépend la réalisation de certaines conditions du smart contract, ou à l'écoulement d'un délai déterminé, pour éviter toute situation de blocage du smart contract.

Un autre exemple de l'exécution implacable du smart contract est celui de la circulation de la créance, qu'il s'agisse d'un acte translatif ou à des fins de garantie. L'efficacité conférée à cette opération par le smart contract, rigide et figé au jour de son déploiement, est redoutable. Toute flexibilité classiquement offerte par le droit des obligations se trouve alors écartée, empêchant par exemple de faire jouer l'opposabilité des exceptions par un débiteur à son créancier, comme au créancier cessionnaire. Le recours à cet instrument automatique apparaît jouer comme un rejet de la protection offerte par le droit au cours de l'exécution du contrat au titre d'une certaine justice contractuelle, favorisant à l'inverse le strict respect des prévisions des parties. L'ensemble des correctifs prévus par le droit ne pourra alors être apporté qu'*ex post*.

¹⁹²⁹ Il s'agit alors de la même solution qu'en cas de résolution du contrat nécessitant des restitutions. V. *supra*, §627.

¹⁹³⁰ V. *supra*, §648.

651. Conclusion du chapitre. En définitive, le smart contract est une modalité efficace d'exécution du contrat classique, voire du contrat hybride, où l'on peut prévoir et modeler les clauses juridiques et les fonctions informatiques selon les besoins des parties. Si le smart contract semble mal s'accommoder de changements de prime abord, il est en réalité aisé de coder en amont des possibilités de changement de créancier ou de débiteur, une révocation du contrat, etc. L'essentiel est de réussir à anticiper et traduire en code informatique les clauses et modalités juridiques : condition, terme, clause pénale ou résolutoire, faculté de résiliation unilatérale, notification du changement de créancier suite à une cession de créance.

Il ne faut toutefois pas tomber dans la tentation de tout anticiper et tout programmer, car le coût et la lourdeur du programme informatique qui en ressortiraient pourraient s'avérer prohibitifs. Le développement de modèles efficaces, progressivement améliorés par la pratique, est indispensable si l'on souhaite parvenir à une utilisation raisonnée des smart contracts pour l'exécution des contrats informatibles. En revanche, les purs smart contracts, qui offrent une exécution automatique et irrésistible, ne sont pas un outil adapté pour des contrats souples et flexibles ni pour les subtilités préventives et correctrices qu'offre le droit. En somme, les purs smart contracts témoignent de leur utilité pour des transactions qui bénéficieront d'une automaticité sans faille et imperméable aux événements extérieurs, en rejetant d'avance le recours au juge.

Plus généralement, les mécanismes flexibles et les correctifs qu'offre le droit au cours de la vie du contrat s'ajustent mal à l'automaticité recherchée avec les smart contracts ; celle-ci favorise à l'inverse une force obligatoire du contrat figé au jour de sa conclusion. Les actions offertes par le droit doivent lors s'exercer en dehors du smart contract, *ex post*, lorsque l'inexécution ou l'exécution est déjà consommée. Il est fortement recommandé d'insérer une fonction de révocation, dite « *selfdestruct* », et éventuellement une fonction « *stop* », pour neutraliser définitivement, ou temporairement, tout smart contract qui ne répondrait plus à la volonté des parties, à l'équilibre économique recherché ou à la protection assurée par le droit.

En tout état de cause, l'exécution infaillible n'est jamais assurée et le recours au smart contract n'empêche pas de retrouver dans des situations d'inexécution du contrat.

Chapitre 2 – L'inexécution du contrat

652. Inexécution smart contractuelle et inexécution du contrat. Lorsque l'exécution d'une obligation est confiée à un smart contract, son inexécution semble, à première vue, impossible en raison du caractère irrésistible et inéluctable de l'exécution automatique du programme informatique déployé sur une blockchain. Dès lors, l'inexécution des obligations informatibles serait par hypothèse inenvisageable. Ce tableau utopique a toutefois été nuancé au fil de l'étude, puisque des situations d'inexécution peuvent se présenter dans les smart contracts¹⁹³¹.

Il faut rappeler que, classiquement, l'inexécution peut être définie comme le « non-accomplissement d'une obligation qui peut être total ou partiel, résulter d'une omission ou d'une initiative, être dû à une faute de la part du débiteur (inexécution fautive) ou à une cause étrangère (inexécution fortuite) »¹⁹³². L'inexécution d'une ou plusieurs obligations entraîne par voie de conséquence l'inexécution du contrat¹⁹³³. Le plus souvent, l'inexécution du contrat est abordée sous l'angle des sanctions¹⁹³⁴ – suivant au demeurant la présentation du code civil en la matière¹⁹³⁵ – et l'inexécution est résumée à l'absence d'exécution par un contractant ou à une exécution incomplète ou défectueuse¹⁹³⁶. Les causes d'inexécution ne sont alors étudiées, en

¹⁹³¹ Notamment en raison des risques d'erreur : v. *supra*, §280.

¹⁹³² ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « Inexécution ».

¹⁹³³ Un auteur a étudié la relation qu'entretient la notion d'inexécution avec celle de contenu du contrat : la qualification d'inexécution repose sur la méconnaissance du contrat et il est donc indispensable d'avoir délimité le contenu du contrat pour pouvoir établir l'inexécution alléguée (F. ROUVIERE, *Le contenu du contrat : essai sur la notion d'inexécution*, PUAM, 2005, spéc. n° 103). V. aussi, C.-É. BUCHER, *L'inexécution du contrat de droit privé et du contrat administratif : étude de droit comparé interne*, Dalloz, 2011, où l'auteur envisage les hypothèses d'inexécution en droit privé et en droit public, distinguant selon qu'elles sont ou non imputables au contractant, avant d'aborder le régime de l'inexécution, sans se limiter aux seules sanctions.

¹⁹³⁴ V. par ex., F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, traitant de la « violation du lien contractuel », en commençant par énoncer que « le contrat ayant force obligatoire, son inexécution appelle normalement une sanction » (n° 745) ; ou encore M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 987. Pour une étude générale des sanctions de l'inexécution en droit comparé, v. Y.-M. LAITHIER, *Étude comparative des sanctions de l'inexécution du contrat*, LGDJ, 2004, démontrant avant la réforme de 2016 que le droit français n'instaure pas de hiérarchie entre les sanctions de l'inexécution du contrat, l'exécution forcée en nature n'en étant qu'une parmi d'autres à la disposition du créancier (n° 275), même si la recherche d'efficacité du contrat est centrale. Plus récemment, pour un panorama à l'aune de la réforme du droit des contrats, v. Y.-M. LAITHIER, « Les sanctions de l'inexécution du contrat », *Revue des contrats*, Hors-série, avril 2016, p. 39-42.

¹⁹³⁵ Une section 5 au sein du chapitre IV sur les effets du contrat est dédiée à l'inexécution du contrat. Les dispositions de cette section concernent l'ensemble des sanctions et remèdes dont dispose la victime de l'inexécution et évoquent le cas de force majeure.

¹⁹³⁶ « Lorsque l'une des parties n'exécute pas ce qu'elle a promis, ou l'exécute mal, son créancier se voit offrir par la loi un certain nombre de mesures énumérées à l'article 1217 du code civil » (A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations*, *op. cit.*, n° 61 – Leçon 11) ; « toute défaillance constitue un manquement contractuel : il peut s'agir non seulement d'une inexécution totale ou partielle, mais encore d'une exécution défectueuse, soit au regard de la qualité soit au regard des délais. (...) La défaillance du contractant l'expose à des sanctions de deux sortes : d'une part elle pose la question du maintien, de l'exécution, de l'adaptation ou de la résolution d'un contrat non respecté ; d'autre part, elle engage la responsabilité de son auteur » (A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 366).

général, que pour rechercher une cause d'exonération ou, à l'inverse, une meilleure indemnisation du préjudice.

Or, en présence d'un smart contract choisi comme modalité d'exécution d'un contrat, divers évènements ou obstacles peuvent se dresser sur le chemin de l'exécution parfaite et conforme à la volonté des parties. En conséquence, une inexécution du smart contract peut survenir, ou bien une exécution conforme à la volonté initiale des parties mais indue, pour différentes raisons. Ces incidents se distinguent sensiblement des cas classiques d'inexécution et présentent intrinsèquement des spécificités. De plus, les cas de paiement indu risquent de se démultiplier en raison de l'automatisme et de la rigidité des smart contracts. Ces deux éléments justifient une étude dédiée à l'identification des cas spécifiques d'inexécution et de paiement indu (Section 1), pour pouvoir ensuite s'intéresser aux sanctions qui pourront être appliquées, en les adaptant le cas échéant pour leur donner une réelle efficacité en présence d'un smart contract (Section 2).

Section 1 – L'identification des cas d'inexécution et de paiement indu

Section 2 – Les sanctions de l'inexécution et les restitutions

Section 1 – L’identification des cas d’inexécution et de paiement indu

653. La variété des inexécutions. Les cas d’inexécution sont traditionnellement classés suivant deux distinctions¹⁹³⁷, qui peuvent se combiner : d’une part, l’inexécution totale et l’inexécution partielle, suivant l’article 1217 du code civil¹⁹³⁸ ; d’autre part, le défaut d’exécution et le retard dans l’exécution, conformément à l’article 1231-1 du même code¹⁹³⁹. Qu’en est-il en présence d’un smart contract ?

Il n’est pas évident qu’un retard soit possible pour l’exécution d’une obligation informatisable relevant strictement du smart contract. Et si l’obligation ou la condition à vérifier relève du monde réel, un retard de l’exécution ne concernera pas en tant que tel le smart contract, qui exécutera la contrepartie informatisable dès que la condition lui sera indiquée comme remplie. En revanche, l’inexécution par un smart contract pourrait être totale ou partielle. Le smart contract peut rester sans effet dans certaines situations, ce qui aura pour conséquence de priver l’obligation informatisable d’exécution, soit totalement, soit partiellement, selon l’ampleur du blocage que rencontre le smart contract. En raison des spécificités propres aux smart contracts exécutés sur une blockchain, il est nécessaire de préciser les causes possibles de l’inexécution du smart contract, qui peuvent diverger des causes classiques d’inexécution (I).

654. Le cas de l’exécution non voulue ou illicite¹⁹⁴⁰. Mais il est aussi des cas où, en raison précisément de ses caractéristiques d’exécution irrésistible et inéluctable, le smart contract s’exécutera alors que l’exécution n’était pas due, soit en raison d’un changement de volonté des parties, soit en raison d’une erreur, soit parce qu’une norme impérative en interdit l’exécution. Il y aura donc une exécution... induite, autrement dit un paiement indu. L’hypothèse n’est certes pas nouvelle, mais en raison des caractéristiques d’automaticité et d’immuabilité des smart contracts déployés sur des blockchains, de nombreux cas d’exécution non voulue ou illicite surviendront (II).

¹⁹³⁷ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 838.

¹⁹³⁸ L’article 1217 du code civil énonce les sanctions à la disposition de « la partie envers laquelle l’engagement n’a pas été exécuté, ou l’a été imparfaitement ».

¹⁹³⁹ Article 1231-1 du code civil : « Le débiteur est condamné, s’il y a lieu, au paiement de dommages et intérêts soit à raison de l’inexécution de l’obligation, soit à raison du retard dans l’exécution, s’il ne justifie pas que l’exécution a été empêchée par la force majeure. »

¹⁹⁴⁰ V. les développements sur le sujet, *supra*, §207 s.

I. *Les causes d'inexécution*

655. Recherche des causes d'inexécution d'un smart contract. Les causes d'inexécution d'un smart contract, entraînant l'inexécution des obligations informatisables, peuvent être diverses en raison des spécificités techno-contractuelles des smart contracts. Si l'inexécution peut reposer sur des causes en lien avec le fonctionnement même du smart contract (A), ce sont parfois des évènements extérieurs qui en empêchent l'exécution et il est possible de reconnaître dans ces causes extrinsèques des cas d'inexécution plus classiques (B).

A. *Les causes d'inexécution propres aux smart contracts*

656. Les causes d'inexécution du programme informatique déployé sur une blockchain. L'inexécution du smart contract, et par conséquent du contrat, peut-être tout d'abord due au smart contract lui-même : en tant que programme informatique, il n'est pas à l'abri d'une erreur de programmation entraînant une inexécution (1). Dans d'autres hypothèses, ensuite, ce n'est pas directement le programme qui pose une difficulté mais davantage la vérification des conditions prédéfinies par un oracle, si bien que l'information erronée transmise au smart contract peut entraîner une inexécution fautive (2).

1) *L'erreur de programmation*

657. Le déterminisme imparfait. Le smart contract exécute le code, tout le code, rien que le code : telle est l'expression du déterminisme du code informatique¹⁹⁴¹. Or, si le code informatique contient une erreur, le smart contract ne pourra pas s'exécuter comme les parties l'avaient prévu. L'erreur de programmation résultera le plus souvent de l'une des deux hypothèses suivantes : l'erreur de programmation ou l'erreur de traduction¹⁹⁴².

658. L'erreur de programmation *stricto sensu*. Dans la première hypothèse, le rédacteur du code informatique du smart contract a commis une erreur dans la programmation informatique : le smart contract contient donc une erreur logicielle. Comme tout programme informatique, le smart contract ne peut pas s'exécuter correctement si son code informatique est atteint d'une erreur, d'un *bug*. La situation est connue et fait écho à celle d'un distributeur

¹⁹⁴¹ V. *supra*, §100.

¹⁹⁴² V. *supra*, §281 s.

automatique de boissons qui connaîtrait une erreur mécanique – la boisson reste coincée et ne descend pas dans le réceptacle alors qu'elle a été payée ; ou bien une canette de jus d'orange descend à la place de la bouteille d'eau commandée. De même, un smart contract peut connaître une erreur logicielle et se retrouver bloqué ou effectuer une action non anticipée par le codeur du smart contract.

Il faut souligner, comme il l'a été proposé dans l'étude, que les parties pourraient inclure dans leur contrat classique, ou dans la couche juridique de leur contrat hybride, par exemple au sein de la convention de recours au smart contract, une stipulation de répartition de la charge des risques relatifs à une erreur de programmation¹⁹⁴³. La situation serait alors soustraite au contentieux devant le juge, les conséquences de l'erreur de programmation étant en principe prévues par la clause : programmation d'un nouveau smart contract, exécution par un moyen alternatif, etc. En revanche, si aucune stipulation n'a été insérée en ce sens, l'erreur de programmation risque bien d'entraîner un cas d'inexécution smart contractuelle, à laquelle il ne sera pas spontanément remédié, et qui devra être sanctionnée en tant que telle.

659. L'erreur de traduction : l'erreur de programmation *lato sensu*. L'erreur peut aussi procéder, pour rappel, d'une incompréhension de la volonté des parties au contrat classique par le rédacteur du smart contract : c'est alors une erreur de traduction qui est commise par le programmeur informatique¹⁹⁴⁴. Le smart contract fonctionne mais il n'exécute pas les actions anticipées par les parties. Il existe donc une divergence entre la volonté exprimée en langage naturel et le smart contract exprimé en langage informatique. Dès lors, les parties se retrouvent en présence d'un smart contract exécuté de façon non conforme aux prévisions contractuelles.

Or, le code informatique doit céder le pas devant la volonté des parties énoncée en langage naturel juridique dans un contrat classique ou dans un contrat hybride¹⁹⁴⁵ : c'est à l'aune de l'expression de la volonté intelligible par les parties que doit s'apprécier la conformité de l'exécution recherchée. Ainsi, l'erreur de programmation, qui résulte d'une erreur intellectuelle sur la signification de l'expression de volonté des parties, et s'analyse alors en erreur de traduction du langage juridique vers le langage informatique, provoque bien une inexécution. Cette erreur peut donc survenir dans le cas d'un smart contract d'application d'un contrat existant ou, éventuellement, d'un smart contract intégré à un contrat hybride. Il sera en revanche

¹⁹⁴³ V. *supra*, §290. Sur l'appréciation de la responsabilité en cas de dysfonctionnement, v. *infra*, §714 s., et surtout §722, sur l'appréciation d'une clause limitative de responsabilité en ce sens.

¹⁹⁴⁴ V. *supra*, §283.

¹⁹⁴⁵ Cette priorité est évidente pour le contrat simplement exécuté par un smart contract et doit être précisée dans la convention de recours au smart contract (v. *supra*, §556) ; elle peut également être volontairement choisie pour le contrat hybride dans une clause de priorité (v. *supra*, §608), mais à défaut, le contrat hybride devra être interprété comme un tout (v. *supra*, §613).

délicat de relever une erreur de traduction dans un pur smart contract, dès lors que le pur smart contract contient en principe l'entière expression de la volonté des parties¹⁹⁴⁶.

Des erreurs peuvent également provenir de l'oracle, qui fournit les informations nécessaires à la satisfaction des conditions du smart contract.

2) *L'erreur de l'oracle*

660. L'erreur lors de la transmission d'informations au smart contract. Lorsque le code informatique du smart contract fonctionne parfaitement, il est encore possible que des erreurs se produisent au moment de vérifier les conditions prédéfinies permettant de déclencher les actions programmées le cas échéant. S'il s'agit de données *on-chain*¹⁹⁴⁷, vérifiables en autonomie par le smart contract, aucune erreur n'est possible : ce sera le cas d'une durée, d'une date ou de la réalisation d'une autre transaction sur la blockchain. La certitude d'exécution est alors renforcée et le smart contract jouit d'une véritable autonomie¹⁹⁴⁸.

En revanche, lorsque la condition prédéfinie dépend d'un événement *off-chain*, c'est-à-dire extérieur à la blockchain, il faut encore que l'oracle transmette de façon fiable une information vérifiée et véridique¹⁹⁴⁹. Plusieurs failles sont alors possibles. Que l'oracle se trompe de bonne foi, qu'il soit corrompu ou qu'il cherche à nuire à l'une des parties au smart contract, ou, s'il s'agit d'un oracle logiciel, qu'il contienne lui-même des erreurs de programmation, il peut arriver que l'oracle indique au smart contract qu'une condition est vérifiée (« vraie ») alors qu'elle ne l'était pas en réalité (« fausse »)¹⁹⁵⁰, ou inversement.

Une partie peut également contester l'interprétation faite par l'oracle de l'évènement érigé en condition et contester ainsi la transmission de l'information faite au smart contract.

Dans tous ces cas, le résultat est le contraire de celui escompté : soit le smart contract s'exécute, mais à tort ; soit le smart contract ne s'exécute pas, alors que l'exécution était due. Dans l'un ou l'autre cas, le contrat ne reçoit pas une exécution conforme à la volonté des parties.

¹⁹⁴⁶ Il n'y a le plus souvent pas d'expression de la volonté des parties antérieurement à la programmation du pur smart contract – sauf à en trouver une expression informelle sur un forum par exemple (v. notamment le forum Reddit <https://www.reddit.com> qui aborde de nombreuses questions et propose de nombreux espaces de discussions liés aux blockchains et à leurs applications). On ne peut en principe pas trouver des documents contractuels annexes ou préparatoires au pur smart contract à partir desquels le smart contract aurait été programmé (sur l'intégration du champ contractuel de certains types de documents, ainsi qualifiés de documents contractuels, v. F. LABARTHE, *La notion de document contractuel*, *op. cit.*).

¹⁹⁴⁷ Les données *on-chain* sont les données vérifiables sur une blockchain (écoulement du temps ou transaction enregistrée sur la blockchain concernée) tandis que les données *off-chain* concernent des événements extérieurs. V. *supra*, §100.

¹⁹⁴⁸ E.-P. SCHUSTER, « Cloud Crypto Land », *op. cit.*, p. 26, pour une vision très critique.

¹⁹⁴⁹ Sur le rôle de l'oracle, pour rappel, V. *supra*, §101.

¹⁹⁵⁰ Selon la logique booléenne (v. *supra*, §96), une condition est soit vraie, soit fausse.

L'inexécution est caractérisée. Au-delà de ces causes d'inexécution propres aux smart contracts, il arrive que des causes classiques d'inexécution puissent aussi atteindre le bon fonctionnement de ces programmes auto-exécutants.

B. Les causes classiques d'inexécution appliquées aux smart contracts

661. Le smart contract affecté par des événements extérieurs. Le smart contract, par principe imperméable aux événements du monde extérieur et autonome dans son exécution, ne devrait pas pouvoir être affecté par la survenance d'un cas de force majeure ou toute inexécution trouvant sa cause dans le monde extérieur à la blockchain, qu'elle soit due au cocontractant ou à un tiers. Toutefois, ces causes classiques d'inexécution du contrat peuvent parfois retentir sur le cours du smart contract, d'une façon ou d'une autre, et causer son inexécution. Il faut donc préciser dans quels cas l'inexécution d'une obligation classique, non informatisable (1) ou l'inexécution due à un cas de force majeure (2) peuvent avoir une véritable incidence sur le fonctionnement du smart contract.

1) L'inexécution d'une obligation non informatisable

662. Les conséquences d'une inexécution classique sur le smart contract. Les cas d'inexécution dans le monde extérieur à la blockchain sont très divers : un contractant qui refuse de s'exécuter, s'exécute mal ou encore trop tardivement... Ces exemples relèvent de l'inexécution illicite, c'est-à-dire d'une inexécution qui n'est pas excusée par la loi, par le juge ou par le contrat¹⁹⁵¹. Il existe aussi des cas d'inexécution excusée, par exemple en présence d'un cas de force majeure¹⁹⁵², ou encore aux cas d'inexécution licite, lorsque la loi offre au débiteur un droit temporaire de ne pas s'exécuter¹⁹⁵³ ou lorsque le contrat offre un droit de rétraction¹⁹⁵⁴. Dans tous ces cas, le résultat est l'inexécution d'une obligation.

Qu'en est-il en présence d'un smart contract ? L'hypothèse retenue est celle d'un contrat exécuté en partie par un smart contract, où l'un des contractants n'exécute pas une obligation non informatisable, en raison de l'une des causes d'inexécution évoquées. Le smart contract n'est en principe pas atteint par ces événements qui lui sont extérieurs. Mais en réalité,

¹⁹⁵¹ C. CHABAS, *L'inexécution licite du contrat*, op. cit., n° 5 sur les cas d'inexécution licite.

¹⁹⁵² *Ibid.*, n°s 2; 8.

¹⁹⁵³ *Ibid.*, n° 5.

¹⁹⁵⁴ *Id.*

il arrivera fréquemment que l'exécution d'une obligation non informatisable soit la condition de déclenchement du smart contract. Ce sera le cas toutes les fois que le smart contract dépend de l'exécution d'une obligation matérielle ou à tout le moins non exécutable informatiquement sur une blockchain, comme la livraison d'un bien physique, l'exécution d'une prestation de services matérielle ou humaine, etc. Or, les obligations non informatisables sont exposées aux aléas de l'exécution humaine, qui comprennent les risques de mauvaise volonté, de mauvaise foi, d'erreur, de négligence, de refus pur et simple d'exécution... mais aussi les cas de force majeure. Cette inexécution d'une obligation non informatisable peut alors entraîner, suivant la logique informatique du smart contract, un obstacle à l'exécution du smart contract, celui-ci se retrouvant bloqué faute de satisfaction de l'obligation prédéfinie.

663. Analyse. Une exception d'inexécution automatisée. L'absence d'exécution d'une obligation codée informatiquement consécutive à l'inexécution de l'obligation réciproque ne constitue-t-elle pas la traduction informatique de l'exception d'inexécution ? L'exception d'inexécution peut être définie comme « le droit qu'a chaque partie à un contrat synallagmatique de refuser d'exécuter la prestation à laquelle elle est tenue tant qu'elle n'a pas reçu la prestation qui lui est due »¹⁹⁵⁵. Forme de justice privée¹⁹⁵⁶, l'exception d'inexécution se passe de tout recours au juge et peut être opposée par une partie dès lors qu'elle fait face à une inexécution « suffisamment grave », selon l'article 1219 du code civil¹⁹⁵⁷, en présence d'obligations réciproques¹⁹⁵⁸. L'exception d'inexécution a seulement pour effet d'ajourner l'exécution du contrat : il s'agit d'une suspension de l'exécution¹⁹⁵⁹.

Le smart contract apparaît ainsi comme la version informatique automatisée de l'exception d'inexécution, pour tous les cas où l'exécution d'une obligation informatisable dépend de l'exécution d'une obligation non informatisable¹⁹⁶⁰. En d'autres termes, lorsque

¹⁹⁵⁵ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 762. V. aussi ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique*, *op. cit.*, V° « exception d'inexécution » : « Moyen de défense qui permet à un débiteur d'être provisoirement dispensé d'exécuter son obligation envers son créancier tant que celui-ci, débiteur envers lui d'une obligation réciproque ou connexe, n'a pas rempli son propre engagement ». Plus généralement sur l'exception d'inexécution, v. *infra*, §686.

¹⁹⁵⁶ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 536.

¹⁹⁵⁷ Article 1219 du code civil : « Une partie peut refuser d'exécuter son obligation, alors même que celle-ci est exigible, si l'autre n'exécute pas la sienne et si cette inexécution est suffisamment grave. »

¹⁹⁵⁸ On peut parler d'obligations interdépendantes. V. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 767 : les auteurs précisent que l'exception d'inexécution peut jouer entre toutes obligations réciproques, liées entre elles, naissant d'un rapport synallagmatique. Les auteurs estiment que cette condition d'interdépendance doit être maintenue même si elle n'est pas reprise explicitement à l'article 1219 du code civil.

¹⁹⁵⁹ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 542 : « l'exception d'inexécution est un moyen temporaire ». V. aussi, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 600, rappelant que cette mesure est provisoire, « car le refus d'exécuter ne peut durer indéfiniment. Ou bien, la pression produit son effet, et chaque contractant exécute ; ou bien, elle est vaine, et le contractant devra réclamer en justice, soit l'exécution forcée, soit la résolution ».

¹⁹⁶⁰ V. *infra*, §686 s., pour l'analyse complète de l'exception d'inexécution par le smart contract.

l'exécution d'une obligation informatisable dépend d'une obligation non informatisable, l'inexécution de cette dernière aura pour effet automatique de suspendre l'exécution par le smart contract, faute de satisfaction de la condition prédéfinie. Il s'agit bien d'obligations interdépendantes, dès lors que l'exécution de la première conditionne l'exécution de la seconde¹⁹⁶¹.

Il faut cependant souligner que là où l'article 1219 offre une *faculté* de ne pas s'exécuter, le code informatique supprime toute discrétion. C'est automatiquement que le smart contract ne s'exécutera pas, suivant sa logique conditionnelle et sans logique de sanction.

Ainsi, le mécanisme qui préside à la rédaction des programmes informatiques permet d'assurer que chaque obligation exécutée par un smart contract ne s'exécutera pas dans le vide si elle a pour contrepartie une obligation exécutée classiquement : l'inexécution par le smart contract ne sera qu'un état de fait, une conséquence logique et implacable de l'inexécution dans le monde extérieur à la blockchain¹⁹⁶². La programmation informatique permet la mise en place de l'exception d'inexécution objective, laissant l'appréciation de l'inexécution de l'obligation non informatisable réciproque à un oracle le cas échéant¹⁹⁶³. L'instrument est d'autant plus utile qu'il n'est pas dangereux. Ce moyen de défense n'est en effet que provisoire : l'exécution pourra reprendre dès que le smart contract recevra l'information adéquate, c'est-à-dire que l'obligation réciproque sera bien exécutée dans le monde classique ; sauf à demander la résolution du contrat en cas d'inexécution avérée et définitive¹⁹⁶⁴.

2) *Le cas de force majeure*

664. Les conditions classiques de la force majeure. Selon le premier alinéa de l'article 1218 du code civil, issu de la réforme du droit des obligations, « il y a force majeure en matière contractuelle lorsqu'un événement échappant au contrôle du débiteur, qui ne pouvait être

¹⁹⁶¹ Sur la question de l'appréciation du caractère suffisamment grave de l'inexécution exigée à l'article 1219 du code civil, v. *infra*, §688.

¹⁹⁶² *A contrario*, il semble inenvisageable de transposer l'exception d'inexécution pour inexécution à venir, prévue à l'article 1220 du code civil : « Une partie peut suspendre l'exécution de son obligation dès lors qu'il est manifeste que son cocontractant ne s'exécutera pas à l'échéance et que les conséquences de cette inexécution sont suffisamment graves pour elle. Cette suspension doit être notifiée dans les meilleurs délais. » Le créancier doit être convaincu de l'inexécution future de son cocontractant : une telle appréciation humaine n'est pas transposable à la blockchain, sauf à la prévoir *ab initio* dans le code du smart contract – mais cette solution reviendrait à alourdir la rédaction du smart contract et à permettre l'exercice d'une faculté unilatérale du créancier, avec des risques d'abus et de conduire alors une fois de plus à un contentieux de répétition de l'indu. Cette faculté nous semble aller à l'encontre de l'objectif d'automatisme de l'exécution promise par le smart contract et ne devrait dès lors pas être traduite en code informatique.

¹⁹⁶³ L'oracle pouvant être un logiciel, un objet connecté, un consensus d'utilisateurs... (v. *supra*, §102) : voilà nombre de possibilités qui évitent le risque d'une erreur humaine unique ; mais le recours à des tiers de confiance traditionnels permettrait en principe d'assurer également la véracité des informations transmises au smart contract (v. *supra*, §224-225).

¹⁹⁶⁴ Sur ce sujet, v. *infra*, §695 s.

raisonnablement prévu lors de la conclusion du contrat et dont les effets ne peuvent être évités par des mesures appropriées, empêche l'exécution de son obligation par le débiteur ». L'article 1218 insère dans le code civil une véritable définition légale de la force majeure¹⁹⁶⁵, en reprenant et modernisant les conditions classiques¹⁹⁶⁶.

La force majeure relève d'un événement qui revêt trois caractères cumulatifs¹⁹⁶⁷. D'abord, l'événement doit être imprévisible au moment de la conclusion du contrat. Ensuite, cet événement est « irrésistible, tant dans sa survenance (inévitable) que dans ses effets (insurmontables) »¹⁹⁶⁸. Enfin, le critère classique de l'extériorité est sujet à débat, puisque l'article évoque seulement « un événement échappant au contrôle du débiteur », ce qui relève davantage d'une absence d'imputabilité au débiteur que d'une véritable extériorité¹⁹⁶⁹, bien que nombre de commentateurs estiment que le critère d'extériorité persiste¹⁹⁷⁰. Si ces trois critères sont réunis, l'événement de force majeure doit encore empêcher l'exécution de son

¹⁹⁶⁵ Ce qui n'était pas le cas avant, suscitant des débats doctrinaux et des évolutions de l'interprétation jurisprudentielle de la force majeure. V. sur le sujet, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 537 s. ; F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 748 s.

¹⁹⁶⁶ Pour certains cependant, la nouvelle définition soulève de nombreuses difficultés : v. not. C.-E. BUCHER, « Force majeure », in *Dictionnaire du contrat*, op. cit., p. 592 s.

¹⁹⁶⁷ Pour plus de détails sur ces caractères, v. F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 748 s. ; C.-E. BUCHER, « Force majeure », op. cit., p. 592 s. ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 537 s.

¹⁹⁶⁸ *Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, op. cit.

¹⁹⁶⁹ Le rapport au président de la République explique que la définition de l'article 1218 « reprend la définition prétorienne de la force majeure en matière contractuelle, délaissant le traditionnel critère d'extériorité » (*Id.*). V. dans le même sens, C. LARROUMET et S. BROS, *Les obligations, le contrat*, 10e édition, Economica, 2021, n° 687, estimant que « l'événement peut être étranger à la personne et à l'activité du débiteur (...) comme il peut ne pas l'être, par exemple la maladie dans le cas où l'obligation suppose la participation de la personne du débiteur pour son exécution ». V. pour un exemple de maladie reconnue comme cas de force majeure, 1^{er} civ., 10 févr. 1998, *Bull. civ. I*, n° 53 : « Mais attendu qu'ayant constaté qu'en raison de sa maladie, Mme X... n'avait pu suivre l'enseignement donné par l'École, la cour d'appel a justement considéré que cette maladie, irrésistible, constituait un événement de force majeure, bien que n'étant pas extérieure à celle-ci » ; v. aussi M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, op. cit., n° 993 : « la condition d'extériorité ne disparaît pas mais devient, plus finement et plus justement, la nécessité d'un événement échappant au contrôle du débiteur » ; autrement dit, « la question devient ainsi celle du pouvoir du débiteur sur l'événement, et donc de son pouvoir de l'empêcher ».

¹⁹⁷⁰ La majorité des auteurs estime que la condition d'extériorité est bien reprise (F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats*, op. cit., n° 128.22 ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 537-538 ; F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 752). La Cour de cassation semble également encore s'appuyer sur ce critère, refusant par exemple de voir un cas de force majeure dans un gel d'actifs : « Ne constitue pas un cas de force majeure pour celle qui le subit, faute d'extériorité, le gel des avoirs d'une personne ou d'une entité qui est frappée par cette mesure en raison de ses activités » (Ass. plén., 10 juill. 2020, nos 18-18.542 et 18-21.814, à paraître au *Bull.*, P. JOURDAIN, « Force majeure : l'extériorité réhabilitée par l'Assemblée plénière », *RTD civ.*, 2020, p. 895). Toutefois, la sanction (gel des avoirs) était ici imputable au débiteur du fait de son activité (en lien avec l'Iran), ce qui explique que la force majeure ait été écartée – extériorité ou non imputabilité, dans l'un ou l'autre cas la condition n'était pas remplie. M. Jourdain conclut de la même manière : « Que l'on voit dans le gel des avoirs un événement extérieur, imputable à la banque ou contrôlable par elle, la force majeure devait dans tous les cas être écartée ». Mais pour un autre arrêt récent, où la Cour de cassation rappelle le critère légal d'un événement « échappant au contrôle du débiteur », v. 1^{er} civ., 25 nov. 2020, n° 19-21.060, à paraître au *Bull.*

obligation par le débiteur. Autrement dit, la force majeure rend l'exécution impossible¹⁹⁷¹ et c'est pour cela qu'elle est invoquée par le débiteur empêché.

La conséquence de la réunion de ces conditions réside à l'article 1218, alinéa 2 du code civil¹⁹⁷² et distingue l'empêchement d'exécuter selon sa durée. S'il est temporaire, l'exécution de l'obligation est suspendue, tandis que s'il est définitif, le contrat sera résolu de plein droit, libérant les parties de leurs obligations – autrement dit, l'article 1218 excuse la partie débitrice de son retard dans l'exécution ou de son inexécution définitive¹⁹⁷³.

665. La force majeure appliquée aux smart contracts. La question qui intéresse les smart contracts repose sur l'incidence des événements de force majeure, lorsqu'ils sont caractérisés, sur l'exécution même du smart contract : l'évènement rendra-t-il véritablement impossible l'exécution smart contractuelle ? Deux scénarios doivent être distingués. Dans une première hypothèse, l'évènement de force majeure a pour effet d'empêcher la bonne exécution d'une obligation dans le monde classique, et par ricochet d'empêcher l'exécution du smart contract. La seconde hypothèse d'inexécution étudiée concerne directement l'obligation informatizable, c'est-à-dire celle dont l'exécution a été confiée à un smart contract. Or, un cas de force majeure peut-il rendre l'exécution du smart contract impossible ? La question mérite d'être posée, lorsque l'on sait que la blockchain est par principe imperméable aux événements du monde extérieur et que toute inscription enregistrée dans un bloc validé et horodaté ne peut plus être modifiée. Si l'exécution ne peut pas être empêchée, alors l'article 1218 n'a pas lieu de s'appliquer.

Il faut donc analyser l'origine et l'effet du cas de force majeure pour préciser son incidence sur le smart contract.

666. Le cas de force majeure dans le monde extérieur à la blockchain. Par hypothèse, un cas de force majeure rend impossible l'exécution d'une obligation non informatizable – par exemple, une tempête inattendue et violente, un crash d'avion, etc. Or, le smart contract nécessite pour s'exécuter que l'obligation non informatizable soit indiquée comme exécutée. L'inexécution est patente et risque d'entraîner des sanctions automatiques par le smart contract. Comment faire lorsque l'inexécution résulte d'un cas de force majeure, et s'en trouve alors juridiquement excusée ? En principe, le cas de force majeure permet d'exonérer le débiteur des

¹⁹⁷¹ Et non plus difficile ou plus coûteuse : O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 538.

¹⁹⁷² « Si l'empêchement est temporaire, l'exécution de l'obligation est suspendue à moins que le retard qui en résulterait ne justifie la résolution du contrat. Si l'empêchement est définitif, le contrat est résolu de plein droit et les parties sont libérées de leurs obligations dans les conditions prévues aux articles 1351 et 1351-1. »

¹⁹⁷³ V. en ce sens, C. CHABAS, *L'inexécution licite du contrat*, op. cit., n° 2 : « Le débiteur qui se heurte à la force majeure n'acquiert pas le droit de ne pas exécuter ; la force majeure le contraint à l'inexécution et l'en excuse ».

conséquences de l'inexécution, soit de façon temporaire par une suspension de l'exécution, soit de façon définitive par la résolution du contrat, selon l'article 1918, alinéa 2, précité. L'enjeu est de permettre la prise en compte du cas de force majeure, à en supposer les conditions réunies, par le smart contract afin d'éviter le prononcé automatique de sanctions contractuellement prévues en cas d'inexécution. Il faut en effet prendre garde aux sanctions qui risquent d'être déclenchées automatiquement à raison de l'inexécution temporaire !

667. Le cas de force majeure interne. Dans cette seconde hypothèse, un évènement rend impossible l'exécution de l'obligation informatisable par le smart contract. Il faut d'abord vérifier si l'évènement réunit les critères énoncés d'irrésistibilité, d'imprévisibilité et d'absence de contrôle par le débiteur. On mesure l'intérêt de la reformulation de cette dernière condition par rapport à l'ancienne condition d'extériorité¹⁹⁷⁴. En effet, un évènement peut atteindre le programme informatique de façon intrinsèque, sans pour autant être contrôlable par le débiteur de l'obligation. D'aucuns argumenteront que l'inexécution résulte bien d'un évènement extérieur au débiteur, le débiteur n'étant ni la blockchain, ni le smart contract. Mais dès lors que l'exécution d'une obligation a été confiée à un smart contract, il semble davantage justifié de considérer la condition d'extériorité ou d'absence de contrôle au regard du moyen d'exécution de l'obligation ; ici, un programme informatique auto-exécutant déployé sur une blockchain. Cette condition vise à s'assurer que l'exécution de l'obligation n'a pas été empêchée par un évènement dépendant du débiteur ou du moyen utilisé par le débiteur, c'est-à-dire le smart contract. En respectant la lettre de l'article 1218 précité et la justification donnée par le rapport de présentation de l'ordonnance du 10 février 2016, le caractère de non-imputabilité ou plus exactement d'absence de contrôle nous paraît plus adapté en présence d'un smart contract, afin de s'assurer doublement que l'évènement est bien un cas de force majeure¹⁹⁷⁵.

Ainsi, il faudra déterminer si l'évènement affectant l'exécution smart contractuelle est imputable au smart contract ou non. Si la réponse est négative, les critères d'imprévisibilité et d'irrésistibilité devront encore être éprouvés, et soumis à l'appréciation du juge en cas de contentieux. Prenons l'exemple d'une panne généralisée d'internet (!) ou du piratage d'une

¹⁹⁷⁴ V. *supra*, §664.

¹⁹⁷⁵ Si l'on retenait seulement la condition d'extériorité, tout évènement atteignant le smart contract, s'il est irrésistible et imprévisible, permettrait de caractériser un cas de force majeure : pourquoi pas alors faire valoir qu'un bug du smart contract était imprévisible et irrésistible... La condition de non-imputabilité permet d'éviter des débats et de s'assurer de l'impossibilité de contrôle de l'évènement empêchant l'exécution de l'obligation, et notamment d'écarter l'erreur de programmation.

entière blockchain¹⁹⁷⁶. Un tel évènement est irrésistible tant dans sa survenance que dans ses effets et n'est pas *raisonnablement* prévisible lors de la conclusion du contrat¹⁹⁷⁷.

668. L'appréciation et les conséquences du cas de force majeure. Si le cas de force majeure est caractérisé grâce à la réunion des trois critères touchant à l'évènement et que cet évènement rend impossible l'exécution des obligations informatisables, comment procéder ? Dans cette hypothèse, le smart contract est neutralisé. L'automaticité n'est plus. Il faut retourner aux méthodes classiques et invoquer, de façon amiable ou devant le juge, l'existence d'un cas de force majeure empêchant de façon temporaire ou définitive l'exécution des obligations. Si l'empêchement disparaît, le smart contract devra reprendre son cours ; si l'empêchement est définitif, la solution de résolution du contrat doit être adaptée pour être efficace. Une précision s'impose.

669. L'empêchement seulement smart contractuel ? D'une part, il apparaît que c'est surtout le mode d'exécution qui est devenu inapproprié, mais il n'est pas certain que l'obligation soit impossible à exécuter en dehors d'un smart contract. Il faudra alors que les parties acceptent de revenir à l'exécution classique – si elle est possible – de l'obligation qui était au départ confiée au smart contract. C'est donc la condition d'empêchement qui doit faire l'objet d'une attention toute particulière, car le cas de force majeure subi par le smart contract n'empêche qu'une exécution smart contractuelle. De deux choses l'une : soit l'on se trouve en présence d'un pur smart contract, auquel cas l'empêchement entraînera la résolution du smart contract suite à l'impossibilité définitive d'exécution¹⁹⁷⁸ ; soit l'on est en présence d'un smart contract d'application ou d'un contrat hybride et dans ce cas, les parties devraient pouvoir continuer à exécuter leurs obligations, en renonçant à l'exécution smart contractuelle devenue impossible, qu'elles remplaceront par une exécution classique, si celle-ci s'avère toujours possible selon la nature et l'envergure de l'évènement qualifié de cas de force majeure et selon le type de prestation promise.

En définitive, lorsque le cas de force majeure ne concerne que le smart contract au sens strict, c'est-à-dire le programme informatique, le débiteur, n'étant pas lui-même empêché d'exécuter son obligation, ne pourra alors pas s'exonérer en invoquant l'article 1218 du code

¹⁹⁷⁶ V. en ce sens, M. MEKKI, « Le smart contract, objet du droit », *D. IP/IT*, 2019, p. 27 qui s'interroge : « que fait-on en cas de réseau provisoirement indisponible, de cyberattaque ou de corruption des données ? »

¹⁹⁷⁷ Sur les moyens qui devraient être mobilisés pour réussir à attaquer avec succès la blockchain bitcoin, v. *supra*, §80 ; pour la blockchain Ethereum, principale blockchain des smart contracts, v. <https://u.today/how-much-does-it-cost-to-attack-ethereum-20-scientists-answer> (plusieurs milliards de dollars seraient nécessaires).

¹⁹⁷⁸ Et les parties ne pourront ou ne voudront pas aller devant le juge pour cela. Elles resteront devant le fait accompli et procéderont à la signature d'un nouveau smart contract, le cas échéant, et éventuellement enclencheront la « *suicid function* » (fonction suicide) du smart contract bloqué.

civil, sauf bien sûr à démontrer que l'impossibilité de recourir à un smart contract entraîne une véritable impossibilité d'exécution de l'obligation également en dehors de la blockchain, ce qui s'appréciera *in concreto*.

670. L'anticipation indispensable. Une solution est envisageable pour prendre en compte la force majeure : pour toute obligation non informatisable érigée en condition de l'exécution du smart contract, l'alternative exécution / inexécution de l'obligation non informatisable peut être complétée d'une troisième branche, celle du cas de force majeure. L'oracle qui doit transmettre l'information au smart contract pourra indiquer qu'un cas de force majeure s'est produit¹⁹⁷⁹, afin de neutraliser la sanction smart contractuelle, et déclencher la suspension du smart contract par une fonction « *stop* » (fonction d'arrêt). Si l'impossibilité d'exécuter dans le monde physique s'avère définitive, il faudra procéder à la résolution du contrat et à sa traduction informatique, par le déclenchement d'une fonction mettant fin au smart contract¹⁹⁸⁰. Ainsi, il est possible pour les parties de prévoir la prise en compte des conséquences du cas de force majeure empêchant l'exécution dans le monde classique¹⁹⁸¹ : telle est la traduction smart contractuelle de l'article 1218 du code civil.

À l'inverse, les parties peuvent parfaitement prévoir que le contrat devra s'exécuter malgré la survenance d'un événement de force majeure, en insérant dans leur contrat une clause de force majeure¹⁹⁸². Le smart contract permettra très facilement de mettre en œuvre une telle obligation de garantie, c'est-à-dire l'engagement du débiteur « à exécuter ses engagements, ou à répondre de son inexécution, même en cas de force majeure »¹⁹⁸³. L'effet sera d'ailleurs le même si l'éventualité du cas de force majeure et ses effets ne sont pas anticipés par les parties, ce qui sera sans doute le scénario le plus classique. En effet, le smart contract continuera à s'exécuter et sera bloqué tant que l'information ne lui pas transmise de l'exécution de

¹⁹⁷⁹ Les notaires se proposent de remplir ce rôle d'oracle pour assurer la véracité de la survenance d'événements *off-chain* (X. RICARD, C. CHAUNU et L. JOSSIER, « Le rôle du notaire dans l'encadrement du smart contract », *op. cit.*). Notons que le recours au juge *a posteriori* permettra toujours à la partie qui s'estime lésée d'essayer d'obtenir la réparation de son préjudice causé par l'exécution automatique et indue du smart contract.

¹⁹⁸⁰ Ce sera une fonction « *selfdestruct* » (V. *supra*, §544). Sur la révocation et sa traduction informatique, v. *supra*, §626.

¹⁹⁸¹ V. en ce sens, M. MEKKI, « Le smart contract, objet du droit », *op. cit.*, où l'auteur propose le déclenchement d'un smart contract nouveau pour empêcher le fonctionnement du smart contract initial : « une clause contractuelle fiat peut cependant prévoir qu'un tel événement imprévisible, constaté par un tiers (un Oracle) et dont l'existence est intégrée à la blockchain, entraînera le déclenchement d'un autre smart contract venant contrecarrer le fonctionnement du premier. On aurait ainsi une « suicide clause » faisant elle-même l'objet d'un smart contract. Ce n'est pas ici l'imprévu qui est smart contractualisé mais les effets de cet imprévu une fois constatés de l'extérieur ».

¹⁹⁸² En effet, « tant la notion que les effets de la force majeure peuvent faire l'objet d'aménagements conventionnels » et ces clauses de force majeure sont en principe valables et efficaces (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 540) ; v. dans le même sens, F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats*, *op. cit.*, n° 128.34 ; F. BUY et al., *Les principales clauses des contrats d'affaires*, *op. cit.*, n° 750.

¹⁹⁸³ F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats*, *op. cit.*, n° 128.34.

l'obligation non informatisable ou alors le programme appliquera la clause de sanction prévue en cas de retard dans l'exécution ou d'inexécution fautive, c'est-à-dire une clause pénale sanctionnant l'inexécution. Une fois encore, en l'absence d'anticipation, l'automatisme du smart contract assurera la parfaite exécution des prévisions contractuelles, sans prise en compte de l'imprévu. En cas de contestation, les parties se retrouveront devant le juge pour demander des restitutions, si l'impossibilité d'exécuter en raison du cas de force majeure allégué a pu être prouvée.

Ces clauses de force majeure adaptées aux smart contracts pourraient tout à fait être insérées dans des modèles de smart contracts d'application ou de contrats hybrides destinés à être utilisés à grande échelle¹⁹⁸⁴.

Dans tous les cas où le smart contract s'exécute malgré tout, les parties risquent de se retrouver dans une situation d'exécution indue.

II. Le cas particulier de l'exécution indue

671. Le paiement indu en droit civil. L'article 1302 du code civil dispose que « tout paiement suppose une dette ; ce qui a été reçu sans être dû est sujet à restitution » et établit ainsi la règle de la répétition de l'indu¹⁹⁸⁵. Il est donc nécessaire de déterminer « ce qui a été reçu sans être dû », autrement dit ce qu'est un paiement indu, lequel constitue la condition essentielle d'application du régime de la répétition de l'indu. L'expression de paiement indu désigne toute exécution d'une obligation qui n'était pas due – et non le seul cas d'obligation de payer une

¹⁹⁸⁴ On peut d'ailleurs souligner que soit le smart contract sera doté d'une certaine sophistication techno-juridique et incorporera à la fois une clause de force majeure et des clauses de sanction, en cohérence les unes par rapport aux autres ; soit il sera simple, sans aucune des subtilités juridiques évoquées, et la question d'une sanction automatique ne se posera peut-être pas.

¹⁹⁸⁵ Il faut noter que le contentieux de l'indu est assez fréquent en pratique, notamment en raison d'une mauvaise comptabilité des administrations publiques ou organismes qui prélèvent souvent avec erreurs leurs administrés ou clients : P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 672 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, nos 1284 ; 1291 ; A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 462. V. aussi l'étude fouillée sur l'indu objectif de Mme Defrenois-Souleau, expliquant les raisons de la multiplication et la diversification des paiements indus soumis aux tribunaux : chacun « ne cesse de cotiser, d'autoriser des prélèvements sur ses multiples comptes bancaires ou postaux, de verser des primes, de régler des factures sibyllines ou diaboliquement détaillées. La sécurité sociale, les assurances, les banques effectuent des paiements sans nombre ; certains organismes de recouvrement bénéficient de moyens de pression efficaces pour décider les débiteurs hésitants. Et ces dernières années l'informatique a introduit les erreurs ou les automatismes des ordinateurs » (I. DEFRENOIS-SOULEAU, « La répétition de l'indu objectif. Pour une application sans erreur de l'article 1376 du code civil. », *op. cit.*, p. 247).

somme d'argent¹⁹⁸⁶. Le paiement indu peut donc concerner toute prestation contractuelle, dès lors qu'une personne a reçu un bien ou une somme qui ne lui était pas du¹⁹⁸⁷.

Il est d'ailleurs étonnant de parler de paiement indu et non d'exécution indue ou de versement indu. En effet, on peut considérer qu'« une prestation effectuée par un non-débiteur ne constitue pas un paiement au sens strict de terme »¹⁹⁸⁸ ; d'ailleurs, le code civil ne s'y trompe pas et emploie une périphrase¹⁹⁸⁹. Quelle que soit l'expression employée, tout *accipiens* qui reçoit une prestation qui ne lui était pas due devient débiteur d'une obligation de restitution ; et le *solvens* pourra agir en répétition de l'indu afin d'obtenir le paiement de cette obligation¹⁹⁹⁰ ou demander au juge de statuer sur les conséquences de l'anéantissement du contrat ou de toute autre cause ayant donné au paiement son caractère indu¹⁹⁹¹. Pour éviter toute confusion, l'expression d'exécution indue (ou non due) sera préférée à celle de paiement indu dans le cadre de cette étude.

672. Une exécution non due par le smart contract. Tous les cas d'exécution automatique mais *indue* du smart contract pourraient être caractérisés d'exécution indue. Plus précisément, les situations concernées sont celles où le smart s'exécute automatiquement alors que, selon les cas, l'exécution n'était pas ou plus voulue par les parties ou n'était pas licite.

Plusieurs exemples peuvent être évoqués ou rappelés pour illustrer ces cas d'exécution indue : l'exécution automatique d'une clause de sanction alors que l'inexécution était excusée par la force majeure ; un paiement smart contractuel effectué à l'encontre de l'interdiction des paiements en vertu de l'article L. 622-7 du code de commerce lors de l'ouverture d'une procédure collective – le smart contract procédant ainsi à une exécution illicite du contrat ;

¹⁹⁸⁶ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 674 : « Le paiement n'a pas, dans le langage juridique, le même sens que dans le langage courant. Le langage courant voit dans le paiement une remise de somme d'argent. Le langage juridique est plus large : le paiement est l'exécution de toute espèce d'obligation, quel qu'en soit l'objet : par exemple, la remise d'une chose ». V. aussi, F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 652 : « Le mot « payer » dans la langue juridique a un sens beaucoup plus compréhensif que dans le langage courant : payer, c'est effectuer la prestation due, que cette prestation consiste ou non dans la remise d'une somme d'argent. »

¹⁹⁸⁷ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 1289 : « l'indu suppose l'absence de dette civile, l'absence d'obligation naturelle et le défaut d'intention libérale ». Autrement dit, selon MM. Mazeaud et Chabas, « Payer l'indu, c'est exécuter une prestation à laquelle on n'est pas tenu, et sans avoir la volonté de payer la dette d'autrui. Le solvens devient créancier et l'accipiens débiteur de la restitution » (F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 652).

¹⁹⁸⁸ N. CATALA, *La nature juridique du paiement, op. cit.*, n° 202. L'auteur précise : « Bien que cette expression soit la seule employée, il est inexact de parler de « paiement » de l'indu : la prestation qui intervient en dehors d'un rapport obligatoire ne possède pas l'effet extinctif qui caractérise le paiement ».

¹⁹⁸⁹ Article 1302 du code civil précité. Ainsi, sans dette, il ne peut y avoir de paiement et l'on parle de « ce qui a été reçu » indument.

¹⁹⁹⁰ N. CATALA, *La nature juridique du paiement, op. cit.*, n° 202 ; F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale, op. cit.*, n° 663. C'est d'ailleurs ce que prévoit expressément l'article 1302 précité : « ce qui a été reçu sans être dû est sujet à restitution ».

¹⁹⁹¹ V. *infra*, §674.

l'exécution d'un contrat ou d'une clause informatisable, postérieure au prononcé de sa nullité ou de sa caducité ou de la constatation de son caractère non écrit¹⁹⁹². Des cas d'exécution induite entraînant des restitutions pourront encore se présenter par exemple en cas de réalisation d'une condition résolutoire¹⁹⁹³, en cas d'exécution qui s'avère induite du fait d'une interprétation contraire du contrat hybride¹⁹⁹⁴ et plus généralement pour toute exécution survenue alors que les parties ou le juge avaient décidé d'une autre issue pour le contrat, qu'il s'agisse d'une modification, d'une résolution, etc.

673. L'indu smart contractuel, un indu objectif. L'hypothèse que recouvre ces différents exemples est plus généralement celle où une prestation est exécutée automatiquement alors qu'elle n'aurait pas dû l'être. Il s'agit donc d'un *solvens*, une personne qui paye, qui acquitte une dette envers un *accipiens*, une personne qui reçoit le paiement, alors qu'aucune dette n'était due. Ce cas est celui de l'indu objectif, notion issue d'une dichotomie doctrinale entre l'indu subjectif, à trois personnes¹⁹⁹⁵, et l'indu objectif, où le paiement ne correspond à aucune dette entre le *solvens* et l'*accipiens*. Cette distinction est aujourd'hui reprise aux articles 1302-1¹⁹⁹⁶ (indu objectif) et 1302-2¹⁹⁹⁷ (indu subjectif) du code civil. Or, l'indu objectif ne suppose aucune erreur du *solvens*¹⁹⁹⁸, c'est-à-dire de celui qui a accompli sa prestation alors qu'elle n'était pas due. L'article 1302-1 du code civil n'évoque en effet l'erreur que de la part de l'*accipiens*, laquelle n'est au demeurant pas non plus requise puisque l'*accipiens* peut avoir reçu sciemment l'indu. L'absence de cette condition est heureuse, car en matière de smart contract, il serait difficile de prouver l'erreur dans l'exécution automatique, sauf à prouver

¹⁹⁹² V. *supra*, §527 sur la licéité des clauses informatisables, §533-540 pour les sanctions évoquées et §547 s. sur le cas des restitutions nécessaires lorsque le contrat ou la clause a déjà produit ses effets.

¹⁹⁹³ V. *supra*, §451.

¹⁹⁹⁴ V. *supra*, §613.

¹⁹⁹⁵ Dans l'indu subjectif, un débiteur s'acquitte de sa dette entre les mains du mauvais *accipiens* ou alors un créancier reçoit paiement de sa créance mais d'un *solvens* qui ne lui devait rien : v. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, p. 1285. On ne peut entièrement exclure qu'un indu subjectif se produise dans un smart contract : ce sera le cas si en raison d'une erreur de programmation, un smart contract adresse un paiement au mauvais destinataire. V. sur cette hypothèse, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 5.115.

¹⁹⁹⁶ Article 1302-1 du code civil : « Celui qui reçoit par erreur ou sciemment ce qui ne lui est pas dû doit le restituer à celui de qui il l'a indûment reçu ».

¹⁹⁹⁷ Article 1302-2 du code civil : « Celui qui par erreur ou sous la contrainte a acquitté la dette d'autrui peut agir en restitution contre le créancier. Néanmoins ce droit cesse dans le cas où le créancier, par suite du paiement, a détruit son titre ou abandonné les sûretés qui garantissaient sa créance.

La restitution peut aussi être demandée à celui dont la dette a été acquittée par erreur. »

¹⁹⁹⁸ F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats*, *op. cit.*, n° 133.41 ; F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1291 ; F. CHABAS et H. L. J. MAZEAUD, *Obligations : théorie générale*, *op. cit.*, n° 658. Dans un arrêt du 2 avril 1993, venant tarir une divergence jurisprudentielle, l'assemblée plénière de la Cour de cassation a jugé que seule la preuve de l'indu était exigée : « les cotisations litigieuses n'étant pas dues, la société Jeumont-Schneider était en droit, sans être tenue à aucune autre preuve, d'en obtenir la restitution » (Ass. plén., 2 avril 1993, n° 89-15.490, *Bull. ass. plén.*, n° 9). Cet éclaircissement jurisprudentiel a permis de simplifier ce contentieux et était appelé de ses vœux par la doctrine (v. not. I. DEFRENOIS-SOULEAU, « La répétition de l'indu objectif. Pour une application sans erreur de l'article 1376 du code civil. », *op. cit.*).

l'erreur dans le code informatique lui-même. Le plus souvent, l'exécution indue est le fruit d'une exécution du smart contract conforme à son code informatique mais qui n'est plus ou pas conforme à la volonté des parties, à la loi ou au jugement intervenu en amont.

Il sera donc aisé de caractériser l'indu : il suffit au *solvens* qui invoque l'indu de prouver que l'*accipiens* a reçu la prestation. L'*accipiens* pourra se défendre en prouvant l'existence d'une intention libérale, mais cette preuve sera quasiment impossible à rapporter dans un rapport smart contractuel où la volonté des parties procède toujours d'un écrit, qu'il s'agisse d'un contrat préalable, du contrat hybride ou du smart contract lui-même. Si l'intention libérale n'y figure pas, il serait bien difficile de rapporter une preuve contraire par un autre moyen.

674. L'origine du caractère indu dans l'indu objectif. Dans le cadre d'un indu objectif, pourquoi le débiteur a-t-il payé le créancier alors que, en réalité, aucune prestation n'était due ? Plusieurs schémas sont envisageables. Il existe des cas où la dette n'a jamais existé, ce qui est rare : « le plus souvent, on paye plus que ce qui était dû » et l'indu est « l'excédent du paiement sur la dette »¹⁹⁹⁹. L'action exercée sera bien une action en répétition de l'indu. Parfois, la dette existait, mais s'est éteinte, « parce qu'elle est ou annulée, ou résolue, ou caduque par la réalisation d'une condition résolutoire »²⁰⁰⁰. Dans ce cas, le paiement effectué était initialement du, et est devenu ultérieurement indu²⁰⁰¹. Cette hypothèse, au départ rattachée au régime de la répétition de l'indu, a progressivement gagné son autonomie²⁰⁰² – ce dont témoignent aujourd'hui les règles autonomes relatives aux restitutions²⁰⁰³. Cela n'empêche pas que le versement effectué soit sans cause²⁰⁰⁴, c'est-à-dire qu'il soit indu. Seulement, les restitutions découleront du régime de la nullité, de la caducité, etc. sans que l'auteur du versement indu n'ait besoin d'agir en répétition de l'indu.

C'est cette deuxième hypothèse qui sera presque toujours rencontrée dans les smart contracts puisque le programme s'est automatiquement exécuté alors que le contrat ou la clause n'aurait pas dû l'être à la suite d'une modification voulue par les parties ou ordonnée par le juge. C'est bien le cas d'un paiement initialement du, devenu indu. La partie auteur du versement indu *via* le smart contract n'aura pas à agir en répétition de l'indu dans ces

¹⁹⁹⁹ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 674.

²⁰⁰⁰ *Id.*

²⁰⁰¹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1289.

²⁰⁰² *Id.*. La jurisprudence avait en effet détaché ces cas de restitutions du régime de la répétition de l'indu, parfois en cherchant à les rattacher à d'autres régimes ; v. par ex, 1^{er} civ., 24 sept. 2002, n° 00-21.278, *Bull. civ. I*, n° 218 : « Attendu que les restitutions consécutives à une annulation ne relèvent pas de la répétition de l'indu mais seulement des règles de la nullité ».

²⁰⁰³ V. *infra*, §725 s.

²⁰⁰⁴ V. en ce sens, A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 466.

hypothèses, puisque les restitutions seront consécutives à la sanction prononcée et autonomes par rapport au régime de la répétition de l'indu. Il n'est cependant pas exclu que de vrais cas de paiement indu justifiant une action en répétition de l'indu se présentent, notamment en cas d'erreur de programmation du smart contract provoquant un paiement trop important ou à la destination du mauvais *accipiens*. Mais pour l'essentiel, les restitutions relèveront du régime autonome désormais consacré par le code civil²⁰⁰⁵.

675. Conclusion de la section. Nombreuses sont les causes d'inexécution qui peuvent toucher un smart contract. L'inexécution peut provenir du fonctionnement même du smart contract, parce qu'une erreur de programmation provenant du codeur ou d'une incompréhension entre le codeur et les parties au contrat empêche le smart contract de s'exécuter conformément à ce qui était prévu ; ou encore parce qu'un oracle transmet une information erronée au smart contract. Mais l'inexécution du smart contract sera aussi souvent causée par des événements extérieurs au smart contract lui-même, entraînant *de facto*, comme conséquence logique, une exception d'inexécution automatique du smart contract.

Les parties devront alors veiller à anticiper les solutions adéquates dans la rédaction du code informatique. Le cas de la force majeure est le plus complexe à adapter et l'on ne peut que recommander d'insérer dans les modèles de contrats informatibles des clauses de force majeure, afin d'accepter ou de refuser expressément la prise en compte de la force majeure par le smart contract. Parfois, le smart contract s'exécutera alors même que l'exécution n'était *indue*. La situation risque de se présenter très fréquemment en raison de l'automatisme du smart contract et de son immuabilité, conduisant à accentuer le contentieux *ex post*. Les parties se trouveront ainsi dans un cas d'indu objectif, qui pourra être traité suivant le régime des restitutions.

Selon les cas rencontrés, il faudra donc que des sanctions et (ou) des restitutions soient mises en œuvre, directement par les parties ou par l'intermédiaire du juge.

²⁰⁰⁵ V. *infra*, §725 s.

Section 2 – Les sanctions de l’inexécution et les restitutions

676. La confrontation des sanctions classiques à l’automatisme des smart contracts.

Les cas d’inexécution ou de paiement indu ayant été identifiés, il faut désormais s’interroger sur la possibilité de leur appliquer les sanctions classiques prévues par le code civil. Or, en raison des spécificités des smart contracts, il n’est pas évident que toutes les sanctions trouvent à s’appliquer ou que les restitutions puissent être effectuées. Peut-on aisément demander l’exécution forcée d’un smart contract ? Qu’en est-il de la répétition de l’indu ou de la mise en œuvre de toute restitution ? Ou encore de la réduction du prix ? Se pose aussi la question de la possibilité d’engager la responsabilité contractuelle d’un contractant dont l’obligation est inexécutée par le smart contract... ainsi que la responsabilité du développeur du smart contract en cas d’inexécution liée à une erreur dans le code.

L’étude théorique et pratique des sanctions de l’inexécution du contrat et des restitutions doit être entreprise afin de proposer les adaptations nécessaires le cas échéant, ou parfois un guide d’utilisation et de bonnes pratiques à destination des futurs rédacteurs de contrats informatibles et de smart contracts d’application afin de favoriser l’anticipation des solutions. Cette analyse de l’adaptation des sanctions juridiques est indispensable pour leur conférer une véritable efficacité informatique en surmontant les obstacles que pourraient présenter les caractéristiques des smart contracts.

Au-delà des sanctions elles-mêmes, c’est tout le contentieux de l’inexécution et des restitutions qui peut s’avérer difficile à mettre en œuvre, en raison de certains obstacles déjà évoqués. Une remarque préliminaire s’impose pour identifier clairement les spécificités du contentieux smart contractuel afin de faciliter la saisine du juge par les parties à un smart contract.

§ Préliminaire : les spécificités du contentieux smart contractuel

677. L’épineuse saisine du juge face au pseudonymat des parties. Si une partie à un smart contract est victime d’une inexécution, elle pourra, à défaut d’obtenir une exécution amiable même tardive de la part de son cocontractant, tenter de saisir le juge. Ce sera également le cas pour toute partie qui estime que le smart contract n’aurait pas dû s’exécuter. Mais encore faut-il savoir quelle partie assigner, devant quel tribunal et suivant quelle loi applicable. Plusieurs cas de figure peuvent alors se présenter, selon que le pseudonymat des parties est levé ou maintenu.

678. Les règles applicables en l'absence de pseudonymat. Dans la plupart des smart contracts qui seront utilisés en pratique, les parties connaissent leurs identités respectives, parce qu'elles ont conclu un contrat contenant des clauses juridiques classiques, qu'il s'agisse d'un contrat classique exécuté ensuite par smart contract d'application ou d'un contrat hybride, intégrant une couche smart contractuelle. Les parties au smart contract sont alors désignées *ab initio* par leur identité civile. Il est aussi possible pour les parties à un pur smart contract ou à un contrat hybride sans révélation d'identité de choisir de lever leur pseudonymat afin de régler leur litige. Dans ces deux séries de situations, les règles seront les mêmes que pour tout contrat conclu en ligne.

Ainsi, le droit applicable tel que choisi par les parties au contrat informatisable ou désigné en application des règles de droit international privé permettra de résoudre le litige²⁰⁰⁶. Le choix de loi est usuel dans les contrats internationaux et admis de longue date par la Cour de cassation²⁰⁰⁷. Le Règlement Rome I a entériné cette possibilité pour tout contrat sous réserve du respect des dispositions impératives du pays de chacun des contractants²⁰⁰⁸. Le plus souvent, le choix de loi figurera dans les conditions générales du professionnel proposant le contrat informatisable d'adhésion, ou dans une clause usuelle du contrat informatisable négocié entre deux parties. Il est également recommandé d'insérer une stipulation en ce sens dans la convention de recours au smart contract. En l'absence de choix de loi, le Règlement Rome I permet de déterminer la loi applicable grâce à des rattachements prévus à son article 4 : la loi applicable sera le plus souvent la loi du pays dans lequel la partie qui doit fournir la prestation caractéristique a sa résidence habituelle. Dans le cadre de contrats informatisables relevant du commerce électronique, l'obligation d'identification exigée en la matière en vertu de l'article

²⁰⁰⁶ V. en ce sens, M. AUDIT, « Le droit international privé confronté à la blockchain », *Revue critique de droit international privé*, 2020, p. 669, en faveur d'une levée de l'anonymat : « si l'anonymat peut être levé, (...) alors la recherche du droit applicable au smart contract reprend tout son sens. Le choix de loi tel que prévu par des conditions générales permettrait d'y procéder de manière très simple. À défaut de choix, la loi de la résidence du débiteur de la prestation caractéristique telle que préconisée par l'article 4 du Règlement Rome I sera également de mise en œuvre aisée, puisque - précisément - l'anonymat des parties aura été levé ». V. également sur le sujet, F. JAULT-SESEKE, « La blockchain au prisme du droit international privé, quelques remarques », *D. IP/IT*, 2018, p. 544.

²⁰⁰⁷ Civ. 5 déc. 1910, *American Trading* : « la loi applicable aux contrats, soit en ce qui concerne leur formation, soit quant à leurs effets et conditions, est celle que les parties ont adoptée ». Les parties peuvent désigner la loi de tout État, quand bien même elles n'auraient aucun lien avec celui-ci : Civ. 21 juin 1950, *Messageries maritimes* (et récemment, 1^{er} civ., 17 mai 2017, n° 15-28.767). V. sur ces deux arrêts fondateurs, B. ANCEL et Y. LEQUETTE, *Les grands arrêts de la jurisprudence française de droit international privé*, 5^e édition, Dalloz, 2006, n° 11, p. 95-102 sur l'arrêt *American Trading*, et n° 22, p. 194-202, sur le choix de la loi d'un État dans l'arrêt *Messageries maritimes*.

²⁰⁰⁸ Article 3 du Règlement (CE) n° 593/2008 du Parlement Européen et du Conseil du 17 Juin 2008 sur la loi applicable aux obligations contractuelles, dit Règlement Rome I. Ce règlement est applicable aux contrats relevant de la matière civile et commerciale conclus après le 17 décembre 2009. Le règlement prévoit également une protection spécifique pour les consommateurs à l'article 6 et rappelle à l'article 9 que les lois de police du juge saisi ou du pays du lieu d'exécution du contrat doivent toujours pouvoir trouver application.

19 de la loi de 2004 permet d'assurer une désignation aisée de la loi applicable²⁰⁰⁹, à défaut de choix de loi.

De même, le juge sera saisi conformément à une clause attributive de juridiction figurant dans le contrat informatisable²⁰¹⁰, ou, à défaut, selon les règles de compétence du droit international privé. Celles-ci déterminent par exemple la compétence des juridictions françaises lorsque le défendeur est domicilié en France ou, en matière contractuelle, lorsque la livraison effective de la chose ou de la prestation de service objet du contrat a lieu en France, grâce à une transposition des règles de compétence territoriale internes à l'échelle internationale²⁰¹¹. Le règlement européen Bruxelles I bis, qui constitue aujourd'hui le droit commun applicable en France pour régir les conflits de juridictions, prévoit des règles comparables²⁰¹². Elles sont applicables à tout litige civil ou commercial, dès lors que le défendeur, ou le demandeur s'il s'agit d'un consommateur, réside dans un État membre de l'Union européenne.

En définitive, il est fortement recommandé pour les parties à un contrat informatisable ou à un contrat recourant ensuite à un smart contract d'inclure les clauses usuelles de loi applicable et d'élection de for afin d'éviter toute incertitude et faciliter la saisine du juge. Les parties peuvent aller plus loin et insérer, pour plus de précaution, une clause de médiation ou conciliation préalable obligatoire, qui subordonne la saisine du juge étatique à la démonstration d'une tentative de règlement amiable entre les parties²⁰¹³. Il ne faut toutefois pas occulter également une autre possibilité, très courante dans la pratique contractuelle contemporaine des affaires : l'insertion d'une clause compromissoire dans le contrat, afin de soustraire tout litige au juge étatique et privilégier l'intervention d'un arbitre²⁰¹⁴.

²⁰⁰⁹ Article 19 de la loi n° 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique : « Sans préjudice des autres obligations d'information prévues par les textes législatifs et réglementaires en vigueur, toute personne qui exerce l'activité définie à l'article 14 est tenue d'assurer à ceux à qui est destinée la fourniture de biens ou la prestation de services un accès facile, direct et permanent utilisant un standard ouvert aux informations suivantes :

1° S'il s'agit d'une personne physique, ses nom et prénoms et, s'il s'agit d'une personne morale, sa raison sociale ;

2° L'adresse où elle est établie, son adresse de courrier électronique, ainsi que des coordonnées téléphoniques permettant d'entrer effectivement en contact avec elle (...) ».

²⁰¹⁰ Également nommée clause d'élection de for. Ce type de clause est très fréquent dans les contrats internationaux (P. MAYER, V. HEUZE et B. REMY, *Droit international privé*, 12^e éd., LGDJ, 2019, n° 311). Les auteurs soulignent que des clauses ne sont valables que pour des litiges internationaux et que si elles ne font pas échec à la compétence territoriale impérative d'une juridiction française. À l'inverse, il faut que le litige entretienne un lien avec la France si la clause désigne comme compétentes les juridictions françaises, pour éviter de se heurter à « une irrecevabilité en application de l'article 31 du Code de procédure civile, faute pour le demandeur de pouvoir justifier d'un intérêt à agir en France » (n° 314).

²⁰¹¹ Pour un exposé des règles de compétence juridictionnelle pour régir les conflits de juridictions, v. *Ibid.*, n° 293 s.

²⁰¹² Règlement (UE) n° 1215/2012 du Parlement Européen et du Conseil du 12 décembre 2012 concernant la compétence judiciaire, la reconnaissance et l'exécution des décisions en matière civile et commerciale, dit « Règlement Bruxelles I bis ». L'article 1^{er} du Règlement limite son champ d'application à la matière civile et commerciale. L'article 7, 1 a), prévoit la règle de compétence en matière contractuelle : « en matière contractuelle, devant la juridiction du lieu d'exécution de l'obligation qui sert de base à la demande ».

²⁰¹³ Cette insertion pourra être possible dans la convention de recours au smart contract (v. *supra*, §556).

²⁰¹⁴ Relevant que cette clause est usuelle dans nombre de contrats d'affaires, R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, op. cit., n^{os} 3-4. L'auteur souligne que l'effet de cette clause

679. Le maintien du pseudonymat, un obstacle à l'assignation devant le juge. Il existe toutefois de nombreux purs smart contracts conclus quotidiennement où l'identité civile des parties n'est pas révélée, en raison du pseudonymat propre au fonctionnement des blockchains publiques classiques²⁰¹⁵. Il est aussi possible que des contrats hybrides où la partie juridique est très succincte ne comportent pas les comparutions classiques des parties, notamment lorsque la couche juridique est composée seulement de conditions générales²⁰¹⁶. Seule l'identité cryptographique est alors apparente, sous la forme de la clé publique de chaque partie signataire du smart contract.

Dans ces situations, à moins pour les parties de sortir volontairement du pseudonymat ou d'y être contraintes par une autorité étatique, ce qui sera souvent possible lorsque les parties ont utilisé une plateforme d'échange de cryptomonnaie par exemple²⁰¹⁷, le pseudonymat empêchera toute assignation régulière du contractant toujours pseudonyme. En effet, par combinaison des articles 56 et 648 du code de procédure civile, l'assignation par voie d'huissier doit contenir à peine de nullité le nom et le domicile du défendeur²⁰¹⁸. Et sans défendeur régulièrement assigné, l'action ne peut pas aboutir : il faut bien pouvoir condamner l'auteur de l'inexécution à s'exécuter ou l'auteur de l'exécution indue à restituer ce qu'il n'aurait pas dû recevoir. Vainement cherchera-t-on également à désigner la loi applicable ou le juge compétent en l'absence de défendeur identifié²⁰¹⁹.

680. La négation du droit d'accès au juge. Il apparaît que le recours à des contrats informatissables sans désignation des parties, c'est-à-dire essentiellement les purs smart contracts, tend à nier le droit fondamental de recours au juge, tel que rappelé par l'article 6 de

est de priver le juge étatique de la connaissance de tous ces contrats d'affaires qui lui échappe (n° 66), phénomène que l'on retrouve avec le recours à la blockchain (v. *supra*, §622). Il faut reconnaître que l'avantage du recours à un arbitre en matière de contrats informatissables serait le choix d'un arbitre spécialisé en la matière et d'éviter de se heurter à l'incompréhension d'un juge du fait de son absence de formation en la matière.

²⁰¹⁵ V. *supra*, §87 et §178 s.

²⁰¹⁶ Sur cette possibilité, v. *supra*, §332. On peut toutefois noter que l'identité du professionnel, auteur des conditions générales, sera en principe révélé, en raison de l'obligation en ce sens de la LCEN (article 19), dans le cadre du commerce électronique.

²⁰¹⁷ V. *supra*, §188.

²⁰¹⁸ V. sur le sujet de l'anonymat illicite dans une procédure civile, J.-C. SAINT-PAU, *L'anonymat et le droit*, *op. cit.*, n° 96 s. Toutefois, l'auteur n'appréhende pas le cas où l'identité du défendeur n'est pas connue du demandeur dans le procès civil. La question est abordée uniquement sous l'angle pénal, en cas de maintien de l'anonymat du délinquant ; dans le procès pénal, l'ouverture d'une procédure est possible contre une personne non dénommée (n° 85). En tout état de cause, la poursuite sera vaine tant que l'impossibilité matérielle d'identifier le délinquant se maintient et l'auteur prend ici l'exemple des utilisateurs anonymes du Minitel rose, envoyant des messages contraires aux bonnes mœurs (n° 87-88). Enfin, si l'auteur de l'infraction est identifié physiquement mais pas juridiquement, le juge ne pourra prononcer qu'une ordonnance de non-lieu (n° 92). Ces développements confirment que l'anonymat est un obstacle à la bonne marche de la justice.

²⁰¹⁹ V. en ce sens, M. AUDIT, « Le droit international privé confronté à la blockchain », *op. cit.*

la Convention européenne des droits de l'homme²⁰²⁰, lorsque le pseudonymat ne peut pas être levé. Autrement dit, les parties qui recourent à un pur smart contract s'exposent au risque de ne pas pouvoir obtenir le respect de leurs droits devant un juge, si le smart contract venait à mal s'exécuter. Le recours aux purs smart contracts est donc nettement déconseillé pour tout contractant recherchant une véritable sécurité juridique et le maintien d'un accès effectif au juge.

On peut certes souligner que ces purs smart contracts sont réservés à des fins connaisseurs²⁰²¹ et que ceux qui veulent préserver à tout prix leur pseudonymat sont susceptibles d'être favorables à une forme de justice exclusivement décentralisée et en ligne, c'est-à-dire à l'arbitrage des pairs *via* la blockchain²⁰²². Des plateformes proposent ainsi d'insérer des clauses compromissaires informatissables types dans les modèles de smart contracts afin de faciliter le recours à cet arbitrage en ligne et anonyme²⁰²³. Il n'en demeure pas moins que si le pur smart contract, ou un éventuel contrat hybride sans révélation d'identité, est utilisé pour des contrats et qu'il ne s'exécute pas comme prévu ou qu'il est en tout ou partie illicite, les parties ne pourront pas recourir au juge étatique pour obtenir une sanction et une éventuelle réparation du préjudice causé.

681. Les pouvoirs limités du juge dans le prononcé de sanctions efficaces. Dans le cas où le demandeur réussit à assigner son cocontractant et à prouver qu'il est créancier d'une obligation inexécutée ou que le contrat ou une de ses clauses doit être anéantie, ou encore que le contrat n'aurait pas dû s'exécuter, encore faudra-t-il que le juge puisse efficacement sanctionner l'auteur du manquement constaté ou prononcer la sanction adéquate à la situation qui lui a été présentée. Or, le juge ne peut que prononcer des sanctions et ordonner des restitutions, sans leur conférer une effectivité dans la blockchain concernée. Même si un juge de l'exécution est saisi, les seules mesures d'exécution forcée que le juge pourra prononcer seront dans le monde *fiat*, c'est-à-dire en dehors de toute blockchain et sans effet direct sur le smart contract.

²⁰²⁰ Article 6 de la Convention européenne des droits de l'Homme, « Droit à un procès équitable » : « 1. Toute personne a droit à ce que sa cause soit entendue équitablement, publiquement et dans un délai raisonnable, par un tribunal indépendant et impartial, établi par la loi, qui décidera, soit des contestations sur ses droits et obligations de caractère civil, soit du bien-fondé de toute accusation en matière pénale dirigée contre elle. (...) »

²⁰²¹ V. en ce sens, *supra*, §324 et §554.

²⁰²² V. *supra*, §20.

²⁰²³ C'est ce que propose la plateforme Kleros (v. *supra*, §20 et également, K. M. KREIS FALCO, « Smart Contracts and Dispute Resolution – A Chance to Raise Efficiency? », *ASA Bulletin*, 2019, p. 336-357). Dans le mécanisme proposé par Kleros, les différentes issues possibles de l'arbitrage du litige soumis pourraient être codées dans un smart contract, qui s'exécuterait automatiquement une fois la sentence arbitrale rendue, dans le sens de celle-ci.

L'enjeu est donc de trouver des solutions permettant d'adapter les sanctions classiques pour les rendre efficaces dans le cas où le contentieux est possible (I) et de donner une efficacité à la mise en œuvre des restitutions demandées (II).

I. *L'adaptation des sanctions de l'inexécution aux smart contracts*

682. L'énumération légale des sanctions de l'inexécution. Depuis la réforme du droit des obligations menée par l'ordonnance de 2016 et la loi de ratification de 2018, l'article 1217 du code civil énonce, en les regroupant, les sanctions de l'inexécution du contrat à disposition de la partie victime de l'inexécution d'un engagement²⁰²⁴. Le créancier insatisfait a le choix entre l'exception d'inexécution, l'exécution forcée en nature, la réduction du prix, la résolution du contrat et la réparation des conséquences de l'inexécution²⁰²⁵. Deux remarques s'imposent.

En premier lieu, le créancier victime de l'inexécution choisit librement la sanction la plus adaptée à sa situation²⁰²⁶. Certaines visent davantage à « sauver le contrat »²⁰²⁷, tandis que d'autres visent à obtenir son anéantissement ; et si la plupart des sanctions offertes par l'article 1217 s'intéressent au sort du contrat, la possibilité de demander réparation relève en revanche d'une logique de sanction du contractant lui-même²⁰²⁸, notamment par le jeu de la

²⁰²⁴ Article 1217 du code civil : « La partie envers laquelle l'engagement n'a pas été exécuté, ou l'a été imparfaitement, peut :

- refuser d'exécuter ou suspendre l'exécution de sa propre obligation ;
- poursuivre l'exécution forcée en nature de l'obligation ;
- obtenir une réduction du prix ;
- provoquer la résolution du contrat ;
- demander réparation des conséquences de l'inexécution.

Les sanctions qui ne sont pas incompatibles peuvent être cumulées ; des dommages et intérêts peuvent toujours s'y ajouter. »

²⁰²⁵ V. sur le sujet, Y.-M. LAITHIER, « Les sanctions de l'inexécution du contrat », *op. cit.*

²⁰²⁶ L'ordre énuméré ne s'impose pas au créancier, comme le précise le rapport au président de la République : « Cet article énumère en son premier alinéa l'ensemble des sanctions à la disposition du créancier d'une obligation non exécutée. L'ordre de l'énumération n'a aucune valeur hiérarchique, le créancier victime de l'inexécution étant libre de choisir la sanction la plus adaptée à la situation » (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016, op. cit.*). V. aussi, critiquant l'absence de subsidiarité et la limitation de la portée de l'article 1217, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 535.

²⁰²⁷ Certains parlent alors de remèdes, plus que de sanctions : A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations, op. cit.*, n° 61 ; P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 535, reprenant la classification des sanctions proposées par M. Grosser dans sa thèse (et donc souvent reprise), entre les remèdes relatifs au lien contractuel et les sanctions concernant le débiteur défaillant. Mais v. M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 987, qui estime qu'il est heureux que la réforme ait gardé le terme de sanctions, et non de remède comme cela avait été envisagé. En effet, selon cet auteur le terme remède est à la fois un anglicisme du terme *remedies* et un emprunt au domaine médical avec l'idée d'une possible guérison, ce qui ne serait pas le cas du contrat. À l'inverse, le terme de sanction permettrait d'englober la connotation négative de la sanction applicable lorsque le débiteur a manqué à sa parole. Pour une réflexion dans le même sens, F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats, op. cit.*, n° 128.06.

²⁰²⁸ A. SERIAUX, *Manuel de droit des obligations, op. cit.*, n° 61.

responsabilité contractuelle ou d'une clause pénale. Cette liberté est perceptible également dans la latitude laissée aux parties pour aménager ces sanctions, la plupart des dispositions de la section dédiée aux sanctions de l'inexécution n'ayant pas de caractère impératif²⁰²⁹.

En second lieu, la réforme du droit des obligations a eu pour objectif de rassembler et moderniser les dispositions relatives aux sanctions²⁰³⁰, en poursuivant une logique générale de détachement par rapport au juge. Les parties bénéficient d'une grande autonomie non seulement dans le choix des sanctions mais aussi dans leur mise en œuvre, qui peut souvent être unilatérale et sans autorisation préalable du juge²⁰³¹. Le but poursuivi est celui de l'efficacité économique, en permettant aux parties d'agir sans attendre l'issue d'un procès long et incertain²⁰³². Cette tendance à l'autonomie et à l'initiative des parties quant au sort du contrat se marie bien avec les smart contracts²⁰³³, qui fonctionnent par définition en toute autonomie et sans intervention du juge.

683. Quelles sanctions en cas d'inexécution du smart contract ? Au regard de ce très bref panorama des sanctions proposées par le droit positif, il faut s'intéresser aux sanctions qui pourraient être appliquées en cas d'inexécution d'un engagement contractuel qui devait être exécuté par un smart contract. Tous les types de smart contracts sont concernés : pur smart contract, smart contract d'application et contrat hybride. Toutefois, il faut rappeler la réserve émise à titre préliminaire : les purs smart contracts seront rarement soumis à l'examen du juge, essentiellement en raison de l'obstacle que présente le pseudonymat des parties au smart contract²⁰³⁴. Mais pour les autres catégories de smart contracts, il faut s'interroger sur l'adéquation des mesures de droit positif à l'automatisme et l'immuabilité intrinsèques des

²⁰²⁹ C. PERES, « Règles impératives et supplétives dans le nouveau droit des contrats », *op. cit.* L'auteur souligne toutefois qu'il faut veiller à ce que des clauses aménageant les dispositions légales supplétives ne soient pas considérées comme créant un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties, au risque d'être réputées non écrites si elles figurent dans un contrat d'adhésion et n'ont pas été négociées, conformément à l'article 1171 du code civil (p. 189).

²⁰³⁰ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 534.

²⁰³¹ V. en ce sens, A. BENABENT, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 367 et le rapport au président de la République : « Dans une perspective d'efficacité économique du droit, l'ordonnance offre également aux contractants de nouvelles prérogatives leur permettant de prévenir le contentieux ou de le résoudre sans nécessairement recourir au juge (faculté de résolution unilatérale par voie de notification, exception d'inexécution, faculté d'accepter une prestation imparfaite contre une réduction du prix). » (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, *op. cit.*).

²⁰³² Sur la réactivité des contractants favorisée par le renforcement des sanctions unilatérales dans la réforme de 2016, v. D. HOUTCIEFF, « La réactivité en droit contemporain des contrats : des réactions unilatérales au smart contract », *op. cit.*

²⁰³³ V. pour une analyse similaire, M. MEKKI, « Smart contract », in *Dictionnaire du contrat*, *op. cit.*, p. 1024 : « s'agissant de l'extinction, les smart contracts pourraient, dans une certaine mesure, renforcer l'efficacité des conventions. Par exemple, le non-respect de certains engagements peut entraîner la résolution automatique du contrat ou sa caducité. L'unilatéralisme grandissant est parfaitement compatible avec l'automatisation du smart contract. L'augmentation des prérogatives unilatérales du créancier dans le nouveau droit des contrats est en ce sens ».

²⁰³⁴ V. *supra*, §677.

smart contracts, que les sanctions puissent être mises en œuvre à l'initiative des parties ou qu'elles relèvent exclusivement de l'office du juge. Il s'agit précisément d'étudier comment pourra être sanctionnée l'inexécution d'un smart contract, en tentant d'allier l'unilatéralisme et l'éventualité permanente d'un recours au juge.

Les sanctions unilatérales pourront par principe facilement s'appliquer aux smart contracts et leur mise en œuvre automatique paraît envisageable : ces sanctions sont informatisables. Il faudra alors discuter de l'opportunité de cette possibilité d'en confier l'exécution automatique au smart contract (A). À l'inverse, certaines sanctions ne trouveront pas de traduction dans le contrat informatisable, en particulier celles qui nécessitent le recours à un juge : on ne peut en confier la mise en œuvre à un programme informatique. Mais ces sanctions non informatisables ne sont pas toujours bien adaptées à la réalité des smart contracts et des aménagements ou contournements seront parfois nécessaires, voire recommandés (B).

A. Les sanctions informatisables : l'automatisation possible des sanctions unilatérales

684. L'identification des clauses de sanction informatisables. Lorsqu'il est victime d'une inexécution, le créancier pourra à la fois rechercher un remède à cette inexécution et la sanction de son cocontractant défaillant. Si le code civil prévoit de nombreuses dispositions encadrant ces sanctions légales, l'aménagement conventionnel est généralement possible. Chaque fois que les parties peuvent prévoir une clause de sanction dans leur contrat, il faut se demander si elle est informatisable. Autrement dit, il s'agit de déterminer si l'inexécution d'une obligation dont connaît le smart contract peut être sanctionnée directement et automatiquement. Cette recherche est à effectuer tant pour les sanctions de l'inexécution, visant à maintenir ou anéantir le contrat informatisable (1) que pour la question de la réparation conventionnelle du préjudice causé par l'inexécution, c'est-à-dire la sanction du contractant défaillant (2).

1) Maintenir ou anéantir le contrat informatisable

685. L'anticipation de la programmation des sanctions. Les sanctions de l'inexécution du contrat sont généralement classées entre celles permettant de maintenir le contrat, c'est-à-dire de le sauver (l'exception d'inexécution et la réduction du prix), et celles qui visent à son anéantissement, lorsque l'exécution n'est plus envisageable (la résolution). Dans ces deux catégories de sanctions, le recours au juge est toujours possible. Mais la réforme du droit des contrats favorise la mise en œuvre de ces sanctions à l'initiative d'un contractant, afin de

permettre aux parties de trouver vite une solution à l'inexécution. Le smart contract s'inscrit dans cette dynamique de rapidité et d'efficacité et il est envisageable de procéder, grâce à l'anticipation lors de la rédaction du contrat informatisable, à l'automatisation des moyens de sauvetage du contrat (a) et à la programmation d'une clause résolutoire informatisable (b).

a) *L'automatisation des moyens de sauvetage du contrat informatisable*

686. L'exception d'inexécution, un moyen temporaire de pression en cas d'inexécution suffisamment grave. L'exception d'inexécution, première sanction prévue par le code civil en cas d'inexécution du contrat²⁰³⁵, apparaît comme une garantie efficace pour le créancier, en ce qu'elle est un moyen de pression sur le débiteur²⁰³⁶, dans le cadre d'obligations réciproques²⁰³⁷. Cette sanction peut même être analysée comme une forme de justice privée²⁰³⁸, puisqu'un débiteur refuse, de sa propre initiative et sans autorisation du juge, d'exécuter sa propre prestation face à l'inexécution de son cocontractant. Elle recouvre alors un domaine très large.

Deux éléments viennent amoindrir la portée de cette sanction. Déjà, l'inexécution doit être suffisamment grave afin d'éviter une disproportion entre l'exception d'inexécution opposée par un contractant et l'inexécution minimale de son cocontractant²⁰³⁹. Toutefois, ce

²⁰³⁵ Cette sanction est la première visée à l'article 1217 du code civil et est régie à l'article 1219 de ce code : « Une partie peut refuser d'exécuter son obligation, alors même que celle-ci est exigible, si l'autre n'exécute pas la sienne et si cette inexécution est suffisamment grave ». V. sur le sujet, T. GENICON, « L'exception d'inexécution », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. Cartwright, B. Fauvarque-Cosson et S. Whittaker (dir.), Société de législation comparée, 2018, p. 309-335.

²⁰³⁶ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 1002, qui définit l'exception d'inexécution comme un « moyen d'inciter l'autre à exécuter le contrat » ; il s'agit de faire pression sur son cocontractant pour qu'il s'exécute en refusant soi-même de s'exécuter.

²⁰³⁷ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 541 ; M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 1003.

²⁰³⁸ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 761 ; pour un développement, v. P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 536 : en effet, le débiteur peut refuser d'exécuter, sans avoir d'autorisation judiciaire préalable, une obligation à laquelle il est tenu. L'exception d'inexécution peut alors être vue comme « une simple sanction de fait que la loi entend approuver par pragmatisme » (T. GENICON, « L'exception d'inexécution », *op. cit.*, p. 310).

²⁰³⁹ V. en ce sens le rapport au président de la République : « Le texte pose toutefois une condition importante : cette exception ne peut être soulevée par le créancier que si l'inexécution présente un caractère suffisamment grave, et ne peut donc être opposée comme moyen de pression sur le débiteur que de façon proportionnée. L'usage de mauvaise foi de l'exception d'inexécution par un créancier face à une inexécution insignifiante constituera dès lors un abus ou à tout le moins une faute susceptible d'engager sa responsabilité contractuelle. » (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016, op. cit.*) ; v. aussi M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 1004 et F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 769 : « moyen de pression, l'exception d'inexécution ne doit pas devenir un moyen de chantage » et c'est pourquoi « la réplique ne doit pas être disproportionnée au mal ».

critère doit être nuancé, selon que l'exception d'inexécution poursuit une fonction comminatoire ou punitive, ou bien une fonction de garantie²⁰⁴⁰.

Ensuite, l'exception d'inexécution n'est qu'une sanction provisoire²⁰⁴¹, qui se solde soit par une reprise de l'exécution par chacune des parties, soit par l'anéantissement du contrat²⁰⁴². L'article 1219 n'étant pas d'ordre public, les parties peuvent toujours prévoir une clause aménageant les conditions d'exercice de cette sanction²⁰⁴³.

687. Les hypothèses d'exception d'inexécution d'un smart contract. On a vu que la logique du smart contract pouvait être analysée comme une forme informatique et automatisée de l'exception d'inexécution, lorsque l'inexécution a trait à une obligation devant s'exécuter dans le monde classique²⁰⁴⁴. En effet, le smart contract répondant à une logique conditionnelle, il ne peut tout simplement pas s'exécuter si l'exécution non informatisable d'une obligation a été érigée en condition du déclenchement du programme informatique. Ce sera encore le cas si une action numérique n'est pas exécutée pour une raison ou pour une autre : en tout état de cause, lorsque la condition prédéterminée n'est pas remplie, le smart contract ne s'exécute pas. Cela correspond à la logique de l'exception d'inexécution : un contractant n'exécute pas son obligation tant qu'il n'a pas reçu sa contrepartie.

La différence notable réside dans le fait que l'exception d'inexécution automatisée n'est alors plus un choix du cocontractant, une faculté exercée, mais bien la conséquence de la logique intrinsèque du programme informatique auto-exécutant suivant la logique « *if this... then that...* » (si cela... alors ceci...). Autrement dit, le mécanisme d'exception d'inexécution fait partie intégrante de tout programme informatique, et ce sans nuance ni décision contraire possible. Un problème se pose alors au regard de la condition de gravité de l'inexécution exigée par l'article 1219 du code civil.

²⁰⁴⁰ V. T. GENICON, « L'exception d'inexécution », *op. cit.*, p. 322-323, menant une analyse nuancée du critère de gravité suffisante, soulignant que « l'exception d'inexécution doit être une sanction adaptée et opportune, compte tenu de l'espèce et du but recherché », et que le critère d'une inexécution « suffisamment grave » ne doit pas être entendu de façon abstraite. Selon l'auteur, la proportionnalité entre l'inexécution et la sanction dépend en effet de l'objectif recherché, et une exception d'inexécution comminatoire ou punitive ne sera pas objectivement proportionnée à l'inexécution du cocontractant ; « à l'inverse, lorsque l'exception d'inexécution joue seulement dans sa fonction de garantie, l'exigence de proportionnalité trouve sa pleine justification (p. 323).

²⁰⁴¹ V. en ce sens, *Ibid.*, p. 311-312. Selon l'auteur, l'exception d'inexécution est ainsi « une simple mesure conservatoire », qui « préserve les intérêts présents du créancier mais ne préjuge pas de la sanction à venir (...) ». L'exception d'inexécution est ainsi « un précluse aux autres sanctions ».

²⁰⁴² L'intervention du juge sera alors requise, soit pour obtenir l'exécution forcée, soit la résolution du contrat (P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 536, 2°).

²⁰⁴³ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 543 ; T. GENICON, « L'exception d'inexécution », *op. cit.*, p. 316.

²⁰⁴⁴ V. *supra*, §663.

688. L'appréciation de la gravité en matière smart contractuelle. Si l'inexécution doit être suffisamment grave aux termes de l'article 1219 du code civil, cette condition implique une appréciation humaine qui apparaît incompatible avec la logique déterministe du smart contract. L'exigence légale ne peut pas être codée informatiquement puisque soit l'exécution de l'obligation réciproque a eu lieu, soit elle n'a pas eu lieu. Le code informatique n'intègre pas de gradation de l'inexécution contractuelle, pas plus qu'il ne peut prendre en compte l'objectif poursuivi par le créancier opposant une exception d'inexécution.

Quelles solutions proposer pour sortir de l'impasse ? L'appel à un oracle humain doit d'emblée être écarté puisque c'est l'appréciation personnelle par le cocontractant de la gravité de l'inexécution qui lui permet d'opposer l'exception d'inexécution. En réalité, les parties semblent avoir convenu, en recourant à un smart contract, que celui-ci ne s'exécute que dès lors que les conditions prédéterminées sont remplies. Il est alors tout à fait possible d'y voir la volonté implicite des parties de renoncer à la condition de gravité suffisante énoncée à titre supplétif. De même, il y aurait une renonciation au pouvoir discrétionnaire de recourir à cette sanction, puisque l'exception d'inexécution se produira automatiquement, sans que le contractant choisisse de l'invoquer ou non. Une clause explicite en ce sens est toutefois recommandée pour éviter toute incertitude.

689. La nécessité d'une clause dérogatoire. La solution respectueuse de la sécurité juridique serait d'introduire dans le contrat classique ou hybride une clause écartant la condition de gravité²⁰⁴⁵, afin de permettre au smart contract d'application ou intégré de mettre en œuvre l'exception d'inexécution... dès lors qu'une condition prédéterminée n'est pas remplie. Au fond, il s'agit de justifier juridiquement une logique informatique et automatique. Une telle clause s'imposerait alors comme une clause de style, car on voit mal comment la condition de gravité prévue à l'article 1219 précité pourrait être respectée avec les smart contracts²⁰⁴⁶. En effet, dans le cas où une inexécution peu grave provoquerait une suspension automatique du smart contract, c'est-à-dire une exception d'inexécution, le contractant qui s'est contenté d'accepter le recours au smart contract pourrait s'exposer à voir sa responsabilité contractuelle

²⁰⁴⁵ Une telle clause dérogatoire serait licite. V. *supra*, §686 et T. GENICON, « L'exception d'inexécution », *op. cit.*, p. 316 : « Il pourrait être opportun pour les parties de prévoir que l'exception d'inexécution sera possible même en l'absence de manquement grave, y compris pour un manquement véniel visé par une clause ». V. aussi, dans le même sens, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 543, précisant que les parties peuvent renoncer par anticipation à toute exception d'inexécution.

²⁰⁴⁶ Une proposition de modifier l'article 1219 du code civil pour les smart contracts ne nous semble pas pour autant opportune. La règle est bienvenue dans de nombreux cas, là où les parties n'ont pas choisi l'automatisme de l'exécution. De plus, s'agissant d'une règle supplétive, elle peut être facilement écartée.

engagée pour exception d'inexécution non fondée... Une telle solution serait très nuisible au bon fonctionnement et à l'efficacité des smart contrats.

La clause de dérogation à l'article 1219 du code civil pourrait alors être insérée au sein de la convention de recours à un smart contract²⁰⁴⁷ et formulée comme suit :

« Les parties reconnaissent que l'utilisation d'un smart contract emporte renonciation à la condition de gravité suffisante prévue à l'article 1219 du code civil pour la mise en œuvre de l'exception d'inexécution, dès lors que cette sanction est la conséquence logique et automatique de l'absence de réalisation d'une condition prédéterminée, conformément à la programmation informatique du smart contract ».

690. Le risque de contestation en justice. En l'absence de clause, le risque est de se retrouver assigné en justice, lorsque cela est possible²⁰⁴⁸, aux fins de cessation de l'exception d'inexécution non fondée, faute d'inexécution suffisamment grave par le cocontractant, voire en réparation du préjudice lié à l'exception d'inexécution infondée.

Toutefois, une telle action risque de faire long feu. Déjà, l'exception d'inexécution smart contractuelle procède d'une automaticité acceptée par les parties et l'on verrait mal comment une telle argumentation fondée sur la faute ou sur la mauvaise foi pourrait prospérer, alors que les parties s'en sont remises au smart contract pour l'exécution de leurs obligations. Ensuite, et allant plus loin, on pourrait cependant faire valoir que le recours à un smart contract emporte nécessairement la volonté d'en respecter la logique conditionnelle et donc d'écarter la condition de gravité suffisante de l'article 1219 du code civil. Si jamais l'action était malgré tout accueillie, il faudrait encore établir le préjudice subi²⁰⁴⁹ en lien avec l'exception d'inexécution prétendument infondée. Il faut enfin souligner que le smart contract s'exécutera conformément à sa programmation dès que l'autre partie aura entièrement exécuté son obligation. L'exception d'inexécution sera alors levée automatiquement.

En définitive, à défaut d'une clause dérogatoire à l'article 1219 précité et en cas de contentieux, le recours au smart contract devrait être interprété par le juge comme emportant renonciation à la condition de gravité et acceptation de la mise en œuvre automatique de l'exception d'inexécution. Le cocontractant ne saurait efficacement se défendre en faisant valoir qu'il n'a pas voulu de cette automaticité, puisqu'elle est intrinsèque au smart contract.

²⁰⁴⁷ V. *supra*, §556 sur cette convention.

²⁰⁴⁸ V. *supra*, §677.

²⁰⁴⁹ V. *infra*, §711 s. sur le contentieux de la responsabilité contractuelle pour inexécution d'un smart contract.

691. La possibilité rejetée d'automatiser une exception d'inexécution anticipée dans le smart contract. L'article 1220 du code civil a introduit une nouvelle possibilité pour le créancier : celle de suspendre l'exécution d'une obligation par anticipation, lorsqu'il apparaît que son cocontractant ne s'exécutera pas²⁰⁵⁰. Cette mesure peut être mise en œuvre avant toute inexécution et suppose, en plus de la gravité qui se présente, une notification de la décision de suspendre l'exécution. Cette disposition, également supplétive, peut être écartée les parties pour éviter les conséquences qu'elle pourrait engendrer²⁰⁵¹.

Cette sanction ne doit pas pouvoir être automatisée dans un smart contract pour plusieurs raisons. D'une part, la logique conditionnelle s'oppose à une inexécution par prévention. Par définition, les parties n'ont plus d'initiative possible sur le cours de l'exécution des obligations informatisables. Dans cette perspective, il ne leur est pas possible de s'opposer par anticipation à l'exécution de leurs propres obligations... sous prétexte que l'inexécution par le cocontractant paraît très probable. D'autre part, cette prérogative paraît dangereuse, si elle devait être traduite informatiquement, puisqu'elle pourrait conduire à des risques de dérive et de déclenchement arbitraire par la partie forte au smart contract, pouvant décider selon son bon vouloir d'empêcher l'exécution du smart contract en actionnant la fonction d'arrêt (fonction *stop*) prévue à cet effet sous prétexte d'une probabilité d'inexécution. L'appréciation laissée au cocontractant, combinée à l'automatisme de l'instrument, rend cette sanction contradictoire avec le fonctionnement d'un smart contract, trop dangereuse dans son unilatéralisme et doit être écartée.

692. La réduction du prix, une nouvelle sanction en faveur du maintien du contrat. L'article 1223 du code civil a innové en insérant dans le code civil la possibilité extra-judiciaire pour un créancier insatisfait d'obtenir la réduction du prix²⁰⁵², le recours au juge n'étant prévu que de façon subsidiaire. Le créancier peut ainsi accepter une exécution imparfaite en procédant

²⁰⁵⁰ Article 1220 du code civil : « Une partie peut suspendre l'exécution de son obligation dès lors qu'il est manifeste que son cocontractant ne s'exécutera pas à l'échéance et que les conséquences de cette inexécution sont suffisamment graves pour elle. Cette suspension doit être notifiée dans les meilleurs délais. » V. sur le sujet, T. GENICON, « L'exception d'inexécution », *op. cit.*, p. 328-335. L'auteur précise que le seul risque d'inexécution ne suffit pas, l'inexécution future du débiteur doit être « certaine ou quasi certaine », afin de respecter l'impérativité des procédures collectives, qui commandent de donner toutes ses chances à l'entreprise et de continuer les contrats en cours (p. 329).

²⁰⁵¹ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 546.

²⁰⁵² Article 1223 du code civil : « En cas d'exécution imparfaite de la prestation, le créancier peut, après mise en demeure et s'il n'a pas encore payé tout ou partie de la prestation, notifier dans les meilleurs délais au débiteur sa décision d'en réduire de manière proportionnelle le prix. L'acceptation par le débiteur de la décision de réduction de prix du créancier doit être rédigée par écrit.

Si le créancier a déjà payé, à défaut d'accord entre les parties, il peut demander au juge la réduction de prix. »

à une réduction proportionnelle du prix, si cette exécution lui est tout de même utile²⁰⁵³. Cette sanction suppose deux conditions préalables pour être mise en œuvre : une exécution imparfaite de la prestation du débiteur et une mise en demeure adressée à celui-ci²⁰⁵⁴. L'exécution imparfaite s'entend de toute inexécution, même minimale²⁰⁵⁵. La condition de gravité n'est pas exigée puisque la réduction du prix sera alors proportionnée à l'imperfection de l'exécution. Si les conditions sont réunies, le créancier qui n'a pas encore payé le prix pourra notifier au débiteur sa décision de réduire le prix de manière proportionnelle²⁰⁵⁶. Le débiteur pourra accepter cette décision par écrit²⁰⁵⁷, acceptation qui vise seulement à encadrer la preuve en cas de contestation ultérieure par le débiteur²⁰⁵⁸. Si en revanche le créancier avait déjà payé l'intégralité du prix convenu, il lui faudra trouver un accord pour que le débiteur lui reverse une partie du prix ; à défaut il ne lui restera que le recours au juge pour tenter d'obtenir la réduction du prix²⁰⁵⁹.

693. L'application aux smart contracts : une anticipation nécessaire. L'anticipation de la réduction du prix apparaît indispensable. Il peut arriver qu'une obligation informatizable

²⁰⁵³ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 558 : cette sanction « permet, à moindres frais, de maintenir le contrat en l'adaptant à la mesure de la prestation réellement et utilement fournie ».

²⁰⁵⁴ La mise en demeure vise à « offrir au débiteur une dernière chance d'exécuter parfaitement son engagement » (F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 788).

²⁰⁵⁵ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 559 : « l'exécution « imparfaite » désigne donc une exécution qui a eu lieu, mais qui est insuffisante (au plan quantitatif), défectueuse, non conforme voire tardive ». V. aussi pour des développements sur la notion d'exécution imparfaite, F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 786 : il peut s'agir d'un défaut de quantité (« une partie de la commande n'a pas été honorée »), d'un défaut de qualité (« la marchandise livrée est abîmée ; la prestation réalisée est insuffisante ») mais pourquoi pas aussi d'un retard dans l'exécution ou d'une inexécution fortuite : pour ces deux derniers cas, la réduction du prix peut se révéler être une solution opportune et pragmatique, davantage que la résolution ou la suspension.

²⁰⁵⁶ On notera que la proportionnalité permet d'appliquer la sanction à tout type d'exécution, même minimale ; la réduction du prix qui sera appliquée sera proportionnée au manquement constaté. V. sur l'exigence de proportionnalité de la sanction, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 561. Le rapport au président de la République précise la nature de cette sanction intermédiaire qu'est la réduction du prix : « Le texte prend soin de préciser que la réduction du prix sollicitée par le créancier de l'obligation imparfaitement exécutée doit être proportionnelle à la gravité de cette inexécution. Il s'agit d'une sanction intermédiaire entre l'exception d'inexécution et la résolution, qui permet de procéder à une révision du contrat à hauteur de ce à quoi il a réellement été exécuté en lieu et place de ce qui était contractuellement prévu. » (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, op. cit.).

²⁰⁵⁷ Mais il faut souligner que, loin d'être un avenant au contrat, la réduction du prix est une sanction unilatérale et ne suppose donc pas une véritable acceptation du débiteur pour être valable. Les travaux parlementaires font en effet clairement ressortir le caractère extrajudiciaire et unilatérale de la réduction du prix : F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 788. V. aussi en ce sens, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 563, affirmant la notification du créancier suffit à faire « naître les droits spécifiques que produit la sanction » tandis que le débiteur, en émettant une acceptation, vient « renoncer à contester [la sanction] devant le juge et reconnaître tant l'inexécution que le caractère proportionné de la réduction opérée par le créancier ». Cette acceptation présente ainsi un caractère « abdicatif ».

²⁰⁵⁸ V. en ce sens, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 563 : « ce que le texte impose, c'est que cette « acceptation » soit « rédigée par écrit », ce qui est certes rigide mais facilite la preuve de la renonciation et de son absence d'équivoque ».

²⁰⁵⁹ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, op. cit., n° 546, 2°).

soit imparfaitement exécutée aux yeux du créancier, par exemple en raison d'une erreur de programmation. Si l'hypothèse devait se présenter, le créancier devrait mettre en demeure son débiteur de s'exécuter parfaitement, à moins que les parties n'aient prévu de déroger à cette modalité²⁰⁶⁰, ce qui est recommandé en présence d'un smart contract. Il pourra ensuite lui notifier sa décision de réduire le prix. Mais comment mettre en œuvre la sanction de réduction du prix ? Par hypothèse, le prix est versé par le smart contract, et ne peut l'être que si la condition est remplie, c'est-à-dire si l'obligation réciproque est exécutée. Le smart contract ne peut pas verser seulement 50, s'il a été programmé pour verser 100.

La solution réside dans la programmation initiale d'une fonction de réduction du prix dans le code du smart contract. Cette fonction serait actionnée par le créancier victime de l'exécution imparfaite, s'il estime qu'une réduction du prix s'impose. La question se pose de savoir s'il faut soumettre cette fonction, activée par la clé privée du créancier, à l'apposition conjointe de la clé privée du débiteur. Cela équivaudrait à une acceptation (renforcée) par écrit. Autrement dit, les deux clés privées permettraient de constater l'accord des parties pour la réduction du prix et d'éviter une contestation ultérieure ainsi qu'un abus dans l'activation de la fonction. Cette solution est largement recommandée.

Si en revanche il n'y a pas d'accord, notamment en cas de contestation quant au caractère imparfait de l'exécution, faut-il autoriser une fonction de réduction du prix déclenchée par le seul créancier ? Cette fonction serait laissée à la discrétion du créancier et risquerait de mener à un contentieux de la contestation de la réduction unilatérale du prix ainsi décidée, mais serait conforme à la sanction proposée par l'article 1223 précité. Les parties à un contrat informatizable doivent veiller à identifier ce type de fonctions unilatérales qui peuvent s'avérer défavorables pour la partie faible et sont à écarter pour cette raison, lorsqu'elles n'ont pas été négociées.

694. Opportunité d'une sanction informatizable de réduction du prix. L'opportunité d'une telle fonction reste toutefois à démontrer : elle nécessite d'être programmée en amont, ce qui alourdit le code du smart contract. De plus, la réduction du prix pour exécution imparfaite est une sanction contraire à l'automatisme des smart contracts, qui ne peuvent pas en principe être modulés au gré de la volonté des parties. Si la sanction est techniquement adaptable, il n'est pas recommandé aux parties de l'insérer dans le code du smart contract, sauf pour un contrat informatizable de haute couture et installé dans la durée. Dans les autres cas, cette exclusion

²⁰⁶⁰ De même que pour l'exception d'inexécution, les parties peuvent tout à fait déroger à l'article 1223 et aménager les modalités de mise en œuvre de la sanction de réduction du prix, notamment en supprimant l'exigence d'une mise en demeure (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 566).

n'est pas problématique puisqu'il sera toujours possible aux parties de demander au juge une réduction judiciaire du prix *a posteriori*²⁰⁶¹. La résolution pourrait s'avérer être une sanction plus adaptée en présence d'un smart contract.

b) La résolution informatisable

695. La résolution pour inexécution²⁰⁶² : trois modes consacrés en droit positif. L'article 1217 du code civil prévoit la possibilité pour le créancier insatisfait de demander la résolution du contrat, c'est-à-dire d'y mettre fin définitivement²⁰⁶³. Trois modes permettent d'y parvenir, présentés selon une hiérarchie préférentielle à l'article 1224 du code civil²⁰⁶⁴ : la clause résolutoire, la résolution unilatérale par voie de notification et la résolution judiciaire. Ces deux derniers modes sont prévus surtout en l'absence de clause résolutoire dans le contrat et ne sont possibles qu'en cas d'inexécution suffisamment grave²⁰⁶⁵. Ils exigent également soit le respect de plusieurs formalités²⁰⁶⁶, soit le recours au juge pour la résolution judiciaire. Si le créancier a la faculté de préférer à la résolution judiciaire la résolution unilatérale²⁰⁶⁷, celle-ci

²⁰⁶¹ Avec les limites que l'on connaît quant au recours au juge (v. *supra*, §677). Mais en tout état de cause, les purs smart contracts ne contiendraient sans doute pas une telle fonction permettant de modifier l'engagement d'une partie. Cette fonction serait alors réservée aux smart contracts d'application et aux smart contracts intégrés, qui bénéficient d'un véritable cadre juridique.

²⁰⁶² V. sur le sujet, T. GENICON, *La résolution du contrat pour inexécution*, *op. cit.*, et sur les dispositions issues de la réforme du droit des contrats, S. ROWAN, « La résolution du contrat pour inexécution », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. Cartwright, B. Fauvarque-Cosson et S. Whittaker (dir.), Société de législation comparée, 2018, p. 337-359.

²⁰⁶³ Cette sanction sera choisie toutes les fois que le contrat ne présente plus d'intérêt pour le créancier : M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 1030.

²⁰⁶⁴ Article 1224 du code civil : « La résolution résulte soit de l'application d'une clause résolutoire soit, en cas d'inexécution suffisamment grave, d'une notification du créancier au débiteur ou d'une décision de justice ». V. *Ibid.*, n° 1043 sur l'idée que la résolution judiciaire n'est pas préférable et c'est pourquoi elle est régie *in fine* et très brièvement. Toutefois, la résolution judiciaire est toujours possible, comme le prévoit l'article 1227 du code civil (« la résolution peut, en toute hypothèse, être demandée en justice ») et le créancier peut librement préférer ce mode de résolution. V. en ce sens, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 580 : « le créancier peut poursuivre la résolution en justice même s'il bénéficie d'une clause résolutoire » et « peut préférer la voie judiciaire à la notification ».

²⁰⁶⁵ On retrouve ici la même condition de gravité que pour l'exception d'inexécution (v. *supra*, §688), qui pose ainsi les mêmes problèmes, en exposant notamment le créancier à la censure du juge saisi par le débiteur contestant la gravité ayant mené à la résolution unilatérale. V. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 568-569 : eu égard à l'aléa judiciaire, la clause résolutoire sera bien plus intéressante que la résolution unilatérale ; et à défaut, le créancier aura tout intérêt à saisir le juge directement pour demander la résolution plutôt que de s'exposer à « un risque sérieux de désaveu judiciaire ».

²⁰⁶⁶ Le créancier doit procéder à une mise en demeure, suivie d'une notification motivée de résolution unilatérale en cas d'inexécution persistante, selon l'article 1226 du code civil.

²⁰⁶⁷ V. en ce sens, *Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, *op. cit.*, précisant que « cette innovation s'inscrit dans une perspective d'efficacité économique du droit. Elle repose en effet sur l'idée que le créancier victime de l'inexécution, au lieu de subir l'attente aléatoire du procès et de supporter les frais inhérents à l'intervention du juge, peut tout de suite ou dans un délai raisonnable, conclure un nouveau contrat avec un tiers ». Sur cette faculté, v. aussi O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 573.

s'exerce à ses risques et périls puisque la contestation devant le juge est toujours possible ultérieurement.

696. Les effets de la résolution. L'article 1229 du code civil précise que la résolution, qui met fin au contrat, n'aura d'effets rétroactifs que dans le cas où « les prestations échangées ne pouvaient trouver leur utilité que par l'exécution complète du contrat résolu », entraînant ainsi des restitutions. À l'inverse, si les prestations ont trouvé leur utilité au fur et à mesure, la rétroactivité ne se justifie pas et doit être écartée ; la résolution est alors appelée résiliation²⁰⁶⁸, afin de distinguer cette sanction dénuée de rétroactivité et surtout faire écho à la pratique²⁰⁶⁹.

Cette solution repose sur la distinction avancée par M. Genicon entre les contrats à utilité continue et les contrats à utilité globale²⁰⁷⁰, qu'il a proposée pour expliquer quand la rétroactivité pouvait s'appliquer en cas de résolution du contrat pour inexécution²⁰⁷¹. Selon lui, « les contrats à utilité continue ont pour objet l'exécution d'une opération qui ne cesse d'être utile au fur et à mesure de son exécution », c'est-à-dire « une utilité qui fait corps avec l'écoulement du temps ». À l'inverse, les contrats à utilité globale « ne sont que des projets en cours de réalisation », qui « portent une opération qui a un point d'aboutissement (...) ». Les actes effectués dans ces contrats sont « dépourvus de toute utilité propre » et « ne prennent sens et valeur qu'une fois le projet achevé »²⁰⁷². L'auteur explique que les premiers doivent seulement être interrompus pour l'avenir, tandis que les seconds doivent être privés de leur force obligatoire *ab initio*, rendant nécessaire de recourir à un plein effet rétroactif²⁰⁷³. C'est

²⁰⁶⁸ La terminologie est expressément prévue à l'article 1229 précité et reprend une distinction ancienne, pourtant souvent critiquée en raison du flou qu'elle entretenait. V. sur le sujet, T. GENICON, *La résolution du contrat pour inexécution*, *op. cit.*, n° 24 s. L'auteur met en exergue la différence entre la résiliation de droit commun et la « résiliation » pour inexécution, soulignant le fâcheux amalgame qui peut résulter de l'emploi de ce terme au lieu de « résolution ». Il conviendrait mieux d'utiliser le terme unique de résolution pour inexécution, sans nier les diverses formes qu'elle peut revêtir (n° 36). L'auteur précise utilement que la rétroactivité n'est en réalité pas un attribut essentiel de la résolution pour inexécution : « elle n'est qu'un effet possible de la résolution pour inexécution, non un effet nécessaire » (n° 38). C'est ce qui transparait dans le régime de la résolution fixé à l'article 1229 du code civil.

²⁰⁶⁹ Des auteurs expliquent que le terme « résiliation » a été ajouté en dernière minute, dans le but de satisfaire les praticiens du droit qui y sont attachés (T. DOUVILLE (dir.), *La réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 234 ainsi que le souligne le *Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, *op. cit.*). Les auteurs précisent que cet ajout est neutre, en ce qu'il « ne modifie pas la conception unitaire de la résolution », s'inscrivant dans la lignée de M. Genicon (T. GENICON, *La résolution du contrat pour inexécution*, *op. cit.*, n° 36).

²⁰⁷⁰ T. GENICON, *La résolution du contrat pour inexécution*, *op. cit.*, n° 856 s. V. également, reprenant cette distinction pour expliquer la solution de l'article 1229, alinéa 2, précité, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 586-587.

²⁰⁷¹ T. GENICON, *La résolution du contrat pour inexécution*, *op. cit.*, n° 869.

²⁰⁷² *Ibid.*, n° 856.

²⁰⁷³ *Ibid.*, n° 869.

bien la solution retenue par la réforme du droit des contrats au sein de l'article 1229 du code civil²⁰⁷⁴.

697. L'application de la résolution pour inexécution aux smart contracts. Il faut appliquer ces hypothèses aux smart contracts, en distinguant selon que les parties ont prévu ou non une clause résolutoire. En l'absence de clause résolutoire, il sera bien difficile de rendre informatisable la résolution. En revanche, l'insertion d'une clause résolutoire dans le contrat est une sanction facilement adaptable aux smart contracts, en la traduisant informatiquement.

698. La difficulté pratique en l'absence de clause résolutoire. Si les parties n'ont pas prévu de clause résolutoire, il leur faudra réunir les conditions légales pour procéder à une résolution unilatérale par voie de notification ou pour demander la résolution judiciaire. En particulier, il faudra prouver que l'inexécution du débiteur est suffisamment grave pour permettre une résolution du contrat – le champ d'application de la sanction s'en trouve déjà réduit. Or, la difficulté ne réside pas tant dans la mise en œuvre du mode de résolution choisi²⁰⁷⁵ que dans les effets de la sanction appliquée. Certes, la résolution met *juridiquement* fin au contrat, conformément à l'alinéa 1^{er} de l'article 1229 précité. Mais il faut s'assurer qu'il ne produira plus d'effets et que les éventuelles restitutions pourront être effectuées le cas échéant. Or, la production des effets du contrat relève par hypothèse du smart contract, qui continuera de s'exécuter tant que ses conditions en sont remplies²⁰⁷⁶.

Pour rappel, les smart contracts comportent souvent des fonctions permettant d'y mettre fin. La fonction « *selfdestruct* » d'un smart contract permet de l'arrêter, voire de le détruire, c'est-à-dire d'empêcher toute action future²⁰⁷⁷. Si le smart contract contient une telle fonction, qui doit être déclenchée par les deux parties, une injonction du juge sera alors nécessaire pour forcer le débiteur récalcitrant à apposer sa clé cryptographique. Sans cela, par exemple en cas de résolution unilatérale, et pour le cas où aucune fonction de ce genre n'a été programmée, la résolution sera sans effet et le recours au juge sera alors nécessaire pour enjoindre les parties de déployer un nouveau smart contract venant contrer les effets du smart contract d'application ou du contrat informatisable résolu. Le problème résiduel est celui d'une

²⁰⁷⁴ Certains auteurs saluent « l'abandon de la distinction entre les contrats à exécution instantanée et les contrats à exécution successive » au profit d'une « nouvelle distinction, bien plus pertinente », à l'article 1129 précité (T. DOUVILLE (dir.), *La réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 234).

²⁰⁷⁵ Les parties pourraient en effet ici facilement respecter les prescriptions de l'article 1226 du code civil (mise en demeure suivie d'une notification motivée).

²⁰⁷⁶ Certes, l'inexécution peut avoir pour effet de bloquer entièrement le smart contract. Mais on ne peut laisser courir l'aléa d'un smart contract qui recommencerait à s'exécuter automatiquement grâce à l'exécution du débiteur jusque-là récalcitrant, alors que le créancier avait notifié la résolution du contrat !

²⁰⁷⁷ Sur cette fonction, v. *supra*, §544.

résolution unilatérale, ultérieurement contestée devant le juge. Si la résolution est annulée par le juge, comment faire ? Le contrat devra s'exécuter... et les parties devront sans doute déployer un nouveau smart contract pour permettre l'exécution du contrat ainsi rétabli.

Dans l'hypothèse d'un pur smart contract, il n'est pas question d'aller devant le juge pour demander la résolution d'un smart contract en raison des obstacles précédemment invoqués²⁰⁷⁸. Reste alors l'hypothèse de la résolution par voie de notification. Mais le formalisme légalement imposé ne pourra pas être respecté, pas plus que l'exigence de motivation pesant sur le créancier à l'origine de la résolution et en tout état de cause, il en faudrait une version informatique.

Il est certain que le recours à une clause résolutoire et surtout l'insertion de son équivalent informatique dans le smart contract sera bien plus efficace et protecteur pour les parties.

699. La clause résolutoire informatisable, une solution recommandée pour les smart contracts. Dans les contrats hybrides et dans les contrats exécutés par un smart contract d'application, il est tout à fait possible, et même recommandé, d'insérer une véritable clause résolutoire et de coder sa version informatique, la fonction de révocation « *selfdestruct* », au sein de la couche smart contractuelle ou du smart contract d'application. La fonction de révocation se retrouvera également souvent dans des purs smart contracts, permettant alors d'y voir une version purement smart contractuelle de la clause résolutoire. Il y a bien ici un anéantissement pour l'avenir du contrat. Si des effets ont déjà été produits, les restitutions ne s'imposeront que si l'opération ne se concevait que par l'accomplissement complet des obligations réciproques, suivant la logique de l'article 1229 du code civil²⁰⁷⁹. Les fonds reçus par le smart contract devront être restitués au créancier de l'obligation inexécutée²⁰⁸⁰, étant précisé que cette restitution est en principe programmée au sein de la fonction « *selfdestruct* »²⁰⁸¹.

Se pose en revanche la question du déclenchement de la fonction de révocation. Tout dépend de la façon dont la fonction a été codée pour déterminer qui peut déclencher la fonction : une partie seule, les deux ensemble ou éventuellement un oracle²⁰⁸². Or, en droit, la clause résolutoire est en principe stipulée dans le seul intérêt du créancier et doit mentionner les obligations pouvant donner lieu à résolution²⁰⁸³, ce qui constitue la seule condition de validité.

²⁰⁷⁸ V. *supra*, §679-680.

²⁰⁷⁹ V. *supra*, §696.

²⁰⁸⁰ V. *infra*, §724 s. pour les restitutions dans les smart contracts.

²⁰⁸¹ V. *supra*, §544.

²⁰⁸² V. *supra*, §544.

²⁰⁸³ Article 1225 du code civil : « La clause résolutoire précise les engagements dont l'inexécution entraînera la résolution du contrat ». Cette disposition « codifie les exigences dégagées de la jurisprudence selon laquelle la clause

En effet, le caractère de gravité suffisante n'est pas exigé pour mettre en œuvre une clause résolutoire²⁰⁸⁴, qui repose sur le seul pouvoir discrétionnaire du créancier. Cela signifie qu'une fonction informatique de révocation pourrait être licitement déclenchée par le seul créancier insatisfait, à condition qu'elle soit utilisée à la suite de l'inexécution d'une obligation expressément visée dans la clause résolutoire juridique – cette exigence ne pouvant de toute évidence être respectée par un pur smart contract.

En définitive, l'avantage pour les parties est de prévoir en amont les conditions de mise en œuvre de la clause résolutoire, sans s'astreindre au formalisme de la résolution par notification. Les effets seront soit prévus par les parties, soit régis par l'article 1129 précité. La sanction peut être automatisée informatiquement tout en ayant été prévue juridiquement : la solution est particulièrement efficace tout en assurant le respect des droits des parties.

Parfois, le créancier insatisfait cherchera également à sanctionner le contractant défaillant afin d'obtenir une réparation de son préjudice né de l'inexécution.

2) Sanctionner le contractant défaillant

700. Le recours classique à la clause pénale. Pour inciter le débiteur à bien exécuter son obligation, un outil est souvent utilisé en matière contractuelle²⁰⁸⁵ : la clause pénale²⁰⁸⁶. Cette clause permet de prévoir contractuellement les dommages-intérêts venant sanctionner le retard ou le défaut d'exécution. Elle se distingue par le montant forfaitaire prévu, qui dépasse en principe largement le préjudice véritablement subi, afin d'inciter économiquement le débiteur à bien s'exécuter²⁰⁸⁷. La clause pénale est encadrée par l'article 1231-5 du code civil²⁰⁸⁸, qui

résolutoire doit être non équivoque et doit préciser les cas d'inexécution qui permettent de mettre fin au contrat » (S. ROWAN, « La résolution du contrat pour inexécution », *op. cit.*, p. 339).

²⁰⁸⁴ V. en ce sens, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 550 ; B. FAGES, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 303.

²⁰⁸⁵ Il s'agit aujourd'hui d'une clause usuelle, présente dans de très nombreuses opérations (v. sur le sujet, F. BUY *et al.*, *Les principales clauses des contrats d'affaires, op. cit.*, n° 1316).

²⁰⁸⁶ ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique, op. cit.*, V° « Clause pénale » : « Clause comminatoire en vertu de laquelle un contractant s'engage en cas d'inexécution de son obligation principale (ou en cas de retard dans l'exécution) à verser à l'autre à titre de dommages-intérêts une somme forfaitaire – en général très supérieure au montant du préjudice réel subi par le créancier (...) – qui en principe ne peut être ni modérée ni augmentée par le juge, sauf si elle est manifestement excessive ou dérisoire » ; v. aussi W. DROSS, *Clausier, op. cit.*, p. 577 s. : « La clause pénale est celle par laquelle le débiteur, afin de garantir au créancier qu'il exécutera le contrat, s'engage à quelque chose pour le cas où il y manquerait ». « Elle vise donc fondamentalement à inciter le débiteur à bien exécuter le contrat ».

²⁰⁸⁷ C'est le caractère comminatoire de cette sanction : « elle incite le débiteur à s'exécuter spontanément car, manquant à ses obligations, il sera frappé dans ses intérêts pécuniaires. Ce rôle ne peut être tenu que lorsque l'indemnité contractée est supérieure au préjudice qu'une inexécution causerait au créancier » (F. BUY *et al.*, *Les principales clauses des contrats d'affaires, op. cit.*, n° 1314). En effet, si le montant est inférieur au préjudice, « la clause joue alors plutôt comme une clause limitative de responsabilité pour le débiteur » (M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 1097).

²⁰⁸⁸ Article 1231-5 du code civil : « Lorsque le contrat stipule que celui qui manquera de l'exécuter paiera une certaine somme à titre de dommages et intérêts, il ne peut être alloué à l'autre partie une somme plus forte ni moindre.

fixe le principe de l'indemnisation forfaitaire, mais sans s'arrêter sur le montant de l'indemnité prévue²⁰⁸⁹. Cette disposition regroupe de façon synthétique l'ensemble des dispositions applicables aux clauses pénales²⁰⁹⁰. Comme pour les autres sanctions de l'inexécution, la mise en œuvre de la clause pénale est soumise à une mise en demeure préalable, prévue à titre supplétif par la loi. Les parties pourront donc sans peine y déroger²⁰⁹¹ mais devront prendre garde au pouvoir modérateur du juge quant au montant de la pénalité convenue. Ce mécanisme judiciaire de modération vise à prévenir l'insertion de clauses pénales abusives, où un contractant prévoirait pour l'exemple une clause pénale sanctionnant sa propre inexécution mais avec des pénalités dérisoires et à l'inverse, des pénalités plus élevées que le montant de la prestation attendue en cas d'inexécution de son cocontractant. Le juge peut en effet réduire le montant d'une clause pénale manifestement excessive, comme il peut augmenter l'indemnité dérisoire.

701. Le recours à une clause pénale informatisable. Les parties peuvent choisir d'insérer dans leur contrat une clause pénale dont l'exécution sera confiée au smart contract, c'est-à-dire une clause pénale informatisable. De toute évidence, l'inscription d'une fonction d'allocation de dommages-intérêts en cas d'inexécution dans le code informatique du smart contract s'avèrera particulièrement efficace, grâce à l'automatisme de sa mise en œuvre dès que le retard sera constaté par le smart contract – voire le défaut d'exécution selon des conditions déterminées. La clause prévoira également l'absence de mise en demeure, pour conserver la célérité et l'automatisme de la sanction.

L'avantage est donc le paiement automatique du montant forfaitaire fixé. On peut tout à fait imaginer la transposition de la clause pénale classique dans les contrats d'entreprise,

Néanmoins, le juge peut, même d'office, modérer ou augmenter la pénalité ainsi convenue si elle est manifestement excessive ou dérisoire.

Lorsque l'engagement a été exécuté en partie, la pénalité convenue peut être diminuée par le juge, même d'office, à proportion de l'intérêt que l'exécution partielle a procuré au créancier, sans préjudice de l'application de l'alinéa précédent.

Toute stipulation contraire aux deux alinéas précédents est réputée non écrite.

Sauf inexécution définitive, la pénalité n'est encourue que lorsque le débiteur est mis en demeure. »

²⁰⁸⁹ La disposition pourrait donc s'appliquer tant aux clauses pénales qu'aux clauses d'indemnité forfaitaire, « que ce montant soit ou non supérieur au préjudice réellement subi par le créancier. Toutes peuvent être qualifiées de clauses pénales » (M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 1097) ; v. aussi sur la question de l'inclusion des clauses d'indemnité forfaitaire dans cet article, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 596.

²⁰⁹⁰ « L'article 1231-5 simplifie et synthétise en un article l'essentiel des dispositions des actuels articles 1226 à 1233 et 1152 relatifs aux clauses pénales. (...) Le texte maintient la possibilité pour le juge de réviser à la hausse comme à la baisse le montant de la clause pénale manifestement excessive ou dérisoire, et ajoute deux nouveaux alinéas » (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, *op. cit.*).

²⁰⁹¹ *Id.*, au sujet de l'article 1231-5 : « un nouvel alinéa 5 vient préciser que sauf inexécution définitive, le jeu de la clause pénale est soumis à une mise en demeure préalable. Seuls les alinéas 2 et 3 présentent un caractère impératif, les parties pouvant librement déroger au dernier ».

souvent sous le nom de « pénalités de retard », dans un contrat informatisable où l'ensemble des versements de sommes d'argent est automatisé et subordonné à des conditions d'achèvement de certaines étapes du chantier. Le retard dans le chantier pourrait entraîner le déclenchement automatique de la clause pénale et ainsi le versement automatique de la somme fixée en cryptomonnaie, ou alors le déclenchement automatique d'un ordre de virement auprès de la banque de l'entrepreneur défaillant. La fonction comminatoire est ici à son apogée.

702. Un outil délicat à manier. L'automatisme de la clause pénale informatisable n'exclut pas pour autant tout pouvoir modérateur du juge et les solutions classiques en cas de montant dérisoire ou excessif trouveront à s'appliquer. Mais encore faut-il que la partie concernée ose saisir le juge, en se soumettant ainsi aux délais et aux coûts d'une procédure nécessitée seulement par une programmation désavantageuse du smart contract. Le contractant qui se voit appliquer une clause pénale excessive se retrouvera alors devant le fait accompli et hésitera parfois à engager une action en modération du montant de la clause pénale. Or, tout l'intérêt réside dans son déclenchement automatique, sans mise en demeure préalable, afin de permettre un parfait respect des conditions prévues au contrat. Cette sanction sera alors très efficace et il faudra prendre garde aux dérives qui pourraient découler d'une stipulation unilatérale au profit de la partie forte. Si une clause pénale est inscrite dans le contrat et automatiquement exécutable par le smart contract, elle doit autant sanctionner l'inexécution provenant de chacun des parties au contrat. À défaut, l'unilatéralisme d'un tel outil de sanction automatique pourrait être considéré comme trop sévère, voire abusif si le débiteur défaillant est un consommateur ou si l'on se trouve dans un contrat d'adhésion. Mais à l'inverse, prévoir une clause pénale sanctionnant la défaillance du contractant fort serait une véritable avancée pour la protection et l'efficacité des parties faibles au contrat. Dans tous les cas, l'appréciation de l'inexécution risque d'être contestée, si elle ne procède pas d'un simple retard et relève de l'appréciation de la qualité de l'exécution en présence d'une obligation non informatisable.

La rédaction des contrats et des smart contracts prévoyant des clauses pénales devra faire l'objet d'une attention toute particulière quant à la bilatéralité de la clause et au montant de l'indemnité fixée. L'attention devra émaner des différentes parties au contrat, notamment en utilisant les outils d'audit et de vérification des smart contracts avant de les signer²⁰⁹². Le développement de standards de smart contract permettra progressivement la mise en place de bonnes pratiques, pour lesquelles de telles précautions seront indispensables.

²⁰⁹² Sur l'importance de l'audit des smart contracts, v. *supra*, §245.

B. Les sanctions non informatisables : une adaptation nécessaire

703. Le recours contentieux du créancier insatisfait. Au-delà des sanctions pouvant être mises en œuvre unilatéralement par les parties, et qui trouvent presque à chaque fois leur pendant judiciaire, l'article 1217 du code civil prévoit deux autres sanctions qui relèvent exclusivement de l'office du juge. Ainsi, lorsqu'un créancier est insatisfait de la prestation (ou en cas d'absence de prestation) de son débiteur, mais qu'il souhaite conserver son contrat et obtenir son dû, il peut tout d'abord choisir de saisir le juge afin de demander l'exécution forcée en nature. Cette sanction semble très difficile à mettre en œuvre lorsque l'exécution relève du smart contract, en particulier pour les obligations informatisables et il sera peut-être nécessaire de l'écarter si elle s'avère être un obstacle plus qu'un avantage pour les parties (1).

En revanche, à tout moment, un créancier peut saisir le juge pour demander la réparation des conséquences préjudiciables de l'inexécution, c'est-à-dire engager la responsabilité contractuelle du débiteur. Cette sanction doit pouvoir être utilisée lorsqu'une inexécution smart contractuelle cause un préjudice au créancier (2).

1) L'exécution forcée en nature, une sanction difficile à appliquer aux obligations informatisables

704. La consécration de l'exécution forcée en nature. La réforme de 2016 a consacré le droit à l'exécution directe en nature des obligations contractuelles à l'article 1221 du code civil²⁰⁹³, renversant le principe de l'ancien article 1142. Cette consécration permet de respecter textuellement le principe de la force obligatoire du contrat²⁰⁹⁴. L'exécution en nature s'oppose, dans sa finalité, aux autres sanctions déjà étudiées, qui conduisent à l'anéantissement du contrat (résolution) ou à accepter l'exécution imparfaite (réduction du prix). Elle est donc exclusive de

²⁰⁹³ Article 1221 du code civil : « Le créancier d'une obligation peut, après mise en demeure, en poursuivre l'exécution en nature sauf si cette exécution est impossible ou s'il existe une disproportion manifeste entre son coût pour le débiteur de bonne foi et son intérêt pour le créancier. » Selon des commentateurs, cet article « érige le droit à l'exécution forcée en nature en règle de principe », mais l'innovation est « davantage formelle que substantielle » puisqu'elle résulte d'une consécration de la jurisprudence établie (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 547). V. également, Y.-M. LAITHIER, « L'exécution forcée en nature des obligations contractuelles », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. Cartwright, B. Fauvarque-Cosson et S. Whittaker (dir.), Société de législation comparée, 2018, p. 271-307, spéc. p. 277 et p. 284.

²⁰⁹⁴ P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, op. cit., n° 542 : « en conséquence de la force obligatoire du contrat, le créancier a un droit à l'exécution. En cas d'inexécution avérée, ce droit va s'exprimer par une action en exécution forcée visant à contraindre, directement ou indirectement, le débiteur à fournir la prestation promise ».

tout cumul²⁰⁹⁵. En complément, l'article 1222 du code civil offre au créancier la possibilité d'une exécution indirecte en nature²⁰⁹⁶, c'est-à-dire en faisant exécuter l'obligation par un tiers, aux frais du débiteur récalcitrant. Dans l'un et l'autre cas, l'action du créancier est subordonnée à la mise en demeure préalable restée infructueuse et, suivant les termes de l'article 1221 précité, l'action en exécution forcée ne sera accueillie que si l'exécution en nature est possible et si son coût n'est pas disproportionné pour le débiteur de bonne foi par rapport à l'intérêt qu'en tire le créancier.

Grâce à la condamnation obtenue sur le fondement de l'article 1221 du code civil, le créancier pourra ensuite poursuivre l'exécution en nature devant le juge de l'exécution, aux fins de saisie des biens ou des comptes du débiteur, pour une obligation monétaire, ou en vue d'obtenir une injonction de faire assortie d'une astreinte, pour une obligation non monétaire. Ce moyen de pression pécuniaire permet d'appliquer une contrainte indirecte sur le débiteur et ainsi de le forcer à s'exécuter²⁰⁹⁷. Mais il n'apparaît pas si évident de mettre en œuvre une telle sanction lorsque l'inexécution provient d'un smart contract.

705. Une délicate application aux smart contracts. Le cas étudié est celui de l'inexécution d'une obligation informatisable. Par hypothèse, le smart contract ne s'exécute pas. Il faut s'interroger sur la pertinence de demander à un juge l'exécution forcée en nature d'une obligation informatisable – lorsque ce contentieux est possible, c'est-à-dire lorsque l'identité des parties est révélée²⁰⁹⁸. Le prononcé d'une injonction de faire avec astreinte placera certes le débiteur dans une situation de contrainte, mais encore faut-il qu'il soit en mesure de permettre l'exécution, jusque-là imparfaite voire inexistante, du smart contract. Peut-on contraindre une partie au contrat à forcer l'exécution du programme informatique choisi comme mode d'exécution des obligations ? La sanction semble tout à fait inadaptée, car si le smart

²⁰⁹⁵ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 536 : « un contrat ne peut pas, en même temps, être maintenu et anéanti » ou encore, « une même prestation ne peut pas donner à la fois à une condamnation du débiteur à l'exécution forcée en nature et à un remplacement auprès d'un tiers ».

²⁰⁹⁶ Article 1222 du code civil : « Après mise en demeure, le créancier peut aussi, dans un délai et à un coût raisonnables, faire exécuter lui-même l'obligation ou, sur autorisation préalable du juge, détruire ce qui a été fait en violation de celle-ci. Il peut demander au débiteur le remboursement des sommes engagées à cette fin.

Il peut aussi demander en justice que le débiteur avance les sommes nécessaires à cette exécution ou à cette destruction. »

²⁰⁹⁷ M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 1019 : « Une astreinte est une mesure de contrainte par laquelle un juge condamne un débiteur récalcitrant à exécuter ses obligations sous peine de devoir verser une somme d'argent forfaitaire par infraction constatée (...) ou par unité de temps définie (...) » ; « l'esprit de l'institution est (...) d'inciter le débiteur à exécuter rapidement sous peine d'être écrasé par l'accumulation des nouvelles sommes dues. ». L'astreinte, distincte des dommages-intérêts, peut être ordonnée par tout juge, « même d'office », « pour assurer l'exécution de sa décision » (v. articles L.131-1 et L.131-2 du code des procédures civiles d'exécution).

²⁰⁹⁸ Une fois de plus, la nécessité de recourir au juge pour mettre en œuvre la sanction rend impossible sa mise en œuvre dans les purs smart contracts, où l'identité des parties n'est pas connue et rend par conséquent toute assignation illusoire. Sur cette question et le risque de négation du droit d'accès au juge en cas de maintien du pseudonymat des parties au smart contract, v. *supra*, §679-680.

contract ne s'exécute pas, l'inexécution ne ressort en principe pas du débiteur : la contrainte serait donc vaine. Mais l'analyse doit être affinée : l'inexécution du smart contract peut être due à différentes causes²⁰⁹⁹, sur lesquelles il est éventuellement possible d'agir. L'efficacité de l'exécution forcée en nature prononcée par le juge dépendra donc de la cause de l'inexécution de l'obligation informatisable objet du litige.

Si le débiteur empêche la réalisation d'une condition ou si l'inexécution provient d'une erreur de l'oracle, il suffit que le jugement enjoigne aux parties conjointement, ou à l'oracle, d'indiquer au smart contract que la condition est remplie afin de lui permettre de s'exécuter, une fois la cause d'inexécution identifiée et son mal-fondé avéré. Mais dans ces cas-là, l'obligation dont l'exécution a été confiée au smart contract n'est pas inexécutée, mais en attente d'exécution – cette attente reposant sur la satisfaction pendant de sa condition prédéfinie. Par exemple, un débiteur n'effectue pas une livraison dans le monde extérieur à la blockchain ; ou bien un oracle n'indique pas qu'une construction a atteint un certain degré d'avancement. Nécessairement, le smart contract est bloqué, mais l'exécution forcée en nature n'est pas la solution ici : il suffit d'indiquer la condition comme remplie pour que le smart contract s'exécute de lui-même.

La situation est bien différente en cas d'erreur de programmation²¹⁰⁰, puisque dans ce cas, le smart contract ne s'exécute pas correctement alors que les conditions en sont réunies. Il est alors nécessaire de s'assurer du sens voulu par les parties et cette interprétation relèvera de l'office du juge²¹⁰¹. Une fois l'inexécution avérée, il faut alors prononcer l'exécution forcée en nature de l'obligation informatisable restée inexécutée. Pour donner une efficacité à cette sanction, il faudrait une injonction de déployer un nouveau smart contract, un *smart avenant*, pour permettre techniquement la bonne exécution des actions initialement voulues²¹⁰², à supposer qu'elle soit possible²¹⁰³. En effet, par hypothèse, le smart contract initial ne s'exécute pas correctement et son code ne peut pas être modifié.

706. La limite de la disproportion. La question se pose de la proportionnalité entre le coût de redéploiement d'un nouveau smart contract et l'intérêt tiré par le créancier, question

²⁰⁹⁹ Pour un rappel des causes d'inexécution smart contractuelle, v. *supra*, §655 s.

²¹⁰⁰ Sur les cas d'erreur de programmation, v. *supra*, §657-659. V. également le rapport britannique sur les *smart legal contracts* qui étudie aussi cette hypothèse d'inexécution due à une erreur de programmation : LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 5.19 s.

²¹⁰¹ V. *supra*, §601 s. sur l'interprétation du smart contract et du contrat.

²¹⁰² Le rapport britannique précité propose la même solution (LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*) : puisque le juge ne peut pas modifier le code du smart contract déployé (n° 5.14), le juge doit demander aux parties de s'accorder sur un smart contract révisé et leur ordonner de le déployer sur la blockchain (n° 5.20 ; extrait original : « *where the code is deployed on a permissionless blockchain, the court could (...) ask the parties to agree upon a revised piece of code. The court could then order the parties to deploy the revised code on the blockchain* »).

²¹⁰³ L'article 1221 précité réserve en effet le cas de l'impossibilité : si l'exécution forcée en nature est impossible, le juge ne prononcera pas cette sanction.

qui sera soumise à l'appréciation du juge – si la limite n'a pas été écartée par une clause contraire²¹⁰⁴. En effet, le coût de programmation d'un nouveau programme informatique destiné à reprendre la suite du smart contract laissé inexécuté, et ce de façon insoluble, peut s'avérer très élevé.

Les parties devront décider si elles préfèrent s'assurer la possibilité de toujours recourir à l'exécution forcée en nature, même pour un coût disproportionné²¹⁰⁵, ou si elles acceptent l'aléa judiciaire. Cette solution, qui, rappelons-le, vient réparer une erreur de programmation, n'est toutefois pas d'une grande efficacité puisqu'elle nécessite un (lent) recours au juge judiciaire et des preuves complexes à admettre en droit français. L'exécution forcée en nature n'apparaît dès lors pas la sanction la plus adaptée si c'est bien le programme informatique que l'on souhaite exécuter à tout prix.

707. L'exécution forcée en nature en dehors du smart contract ? Toutefois, l'exécution forcée en nature vise avant tout à permettre l'exécution de l'obligation inexécutée, sans forcément s'arrêter au mode d'exécution choisi. On pourrait alors choisir de recourir à cette sanction en demandant la condamnation du débiteur à une exécution forcée en nature en dehors du smart contract, ce qui permettrait aussi de sortir de l'impasse lorsque le smart contract est bloqué. Admettre une telle solution suppose une appréciation *in concreto* et révèle deux situations possibles.

Soit l'exécution du contrat était exclusivement possible sur une blockchain par un smart contract ; par exemple, le transfert d'un jeton d'utilisation (*utility token*) d'un service proposé par une entreprise sur une blockchain donnée. Dans ce cas, l'exécution en dehors du smart contract est impossible et l'article 1221 du code civil prévoit que la sanction n'est pas applicable. Le créancier pourra opter pour une autre sanction de l'inexécution, en particulier la résolution²¹⁰⁶.

Soit l'exécution du contrat est possible en dehors de la blockchain. On pourrait songer au paiement d'un prix – à supposer que le créancier accepte de recevoir, non pas une somme en cryptomonnaie tel qu'initialement prévu, mais une somme en euros, après conversion du

²¹⁰⁴ Les parties peuvent valablement prévoir des clauses contraires, par exemple pour chasser l'exception de la disproportion et donner au contrat toute sa force obligatoire : P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 543. V. aussi, O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 552 et Y.-M. LAITHIER, « L'exécution forcée en nature des obligations contractuelles », *op. cit.*, p. 300, rappelant que l'article est, comme les autres dispositions relatives aux sanctions, supplétif. *Contra*, en faveur de l'impérativité de ce texte, C. PERES, « Règles impératives et supplétives dans le nouveau droit des contrats », *op. cit.*, p. 186, faisant notamment valoir que le rempart de la disproportion relève de la réserve de l'abus de droit et ne devrait pas pouvoir être amendé conventionnellement.

²¹⁰⁵ L'avantage réside aussi dans l'incitation que représente une telle sanction : les parties feront tout pour s'assurer que le code du smart contract ne contient pas d'erreur et qu'il correspond bien aux engagements contractuels des parties. La clause contraire écartant la condition relative à la disproportion pourrait, dans ce sens, avoir un effet vertueux.

²¹⁰⁶ Sur la résolution du contrat, v. *supra*, §695 s.

montant suivant un cours établi. Le juge pourrait alors prononcer une condamnation à verser ce prix. Mais il nous semble qu'il s'agirait davantage d'une exécution par équivalent²¹⁰⁷. En réalité, si les parties ont eu recours à un smart contract, il sera rarement possible d'exécuter en nature les obligations informatisables dans le monde extérieur à la blockchain.

708. L'exécution par un tiers. *A fortiori*, l'exécution indirecte par un tiers apparaît encore moins adaptée en présence d'un smart contract, et ce d'autant plus que l'article 1222 précité vise essentiellement à remédier à la mauvaise volonté d'un débiteur récalcitrant²¹⁰⁸. Lorsqu'un smart contract ne s'exécute pas, ce n'est en principe pas à cause de la mauvaise volonté ou de la mauvaise foi du débiteur mais plutôt d'une erreur ou d'un blocage du code informatique. La solution doit donc être écartée pour les obligations informatisables, la faculté de substitution offerte par la loi ne présentant guère d'avantage de nature à la préférer à l'exécution par le débiteur lui-même *via* le smart contract initial ou modificatif.

709. La question de l'exclusion conventionnelle du recours à l'exécution forcée. L'exécution forcée en nature n'apparaît en définitive pas vraiment adaptée aux smart contracts et risque d'entraîner des coûts trop importants, au-delà des incompressibles délais du procès judiciaire et de l'aléa qu'il représente. L'exécution forcée en nature semble bien plus adaptée à des contrats où l'obligation n'est pas confiée à un mécanisme automatique. Cette sanction ne s'inscrit en effet pas dans la logique d'une exécution automatique et rapide par un smart contract.

Il serait plus cohérent pour les parties de prévoir une clause d'exclusion du recours à l'exécution forcée en nature, lorsque l'exécution du contrat est confiée à un smart contract. L'exclusion est en effet possible, tant que d'autres sanctions de l'inexécution restent accessibles au créancier²¹⁰⁹. Cette clause, qui pourra être insérée dans la convention de recours au smart contract, aura pour intérêt d'écarter l'aléa judiciaire. Elle pourra être utilement couplée à une clause pénale²¹¹⁰ : l'inexécution sera ainsi sanctionnée par l'allocation d'une somme forfaitaire, automatiquement payable dans la cryptomonnaie convenue.

²¹⁰⁷ V. *infra*, au sujet des restitutions, §733 s.

²¹⁰⁸ V, en ce sens, M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 1021.

²¹⁰⁹ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, *op. cit.*, p. 552 ; Y.-M. LAITHIER, « L'exécution forcée en nature des obligations contractuelles », *op. cit.*, p. 305 ; F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats*, *op. cit.*, n° 128.91. Une telle clause « de remède » est tout à fait envisageable : les parties peuvent s'accorder pour que l'inexécution se résolve en dommages et intérêts plutôt que de rechercher une exécution forcée en nature (G. HELLERINGER, *Les clauses du contrat - essai de typologie*, *op. cit.*, n° 144 s.).

²¹¹⁰ Sur cette possibilité, v. *supra*, §701.

Si la sanction de l'exécution forcée en nature nous semble devoir être écartée en présence d'obligations informatibles, les parties insatisfaites peuvent toujours choisir de saisir le juge afin d'engager la responsabilité de leur cocontractant. Cette autre sanction mérite à son tour d'être aménagée en présence de smart contracts.

2) *L'aménagement de la responsabilité contractuelle aux smart contracts*

710. Une réparation du préjudice résultant de l'inexécution. En cas de préjudice lié à l'inexécution d'une obligation informatible, le créancier insatisfait peut attirer son cocontractant devant le juge afin d'engager la responsabilité contractuelle du débiteur défaillant et d'obtenir une indemnisation de son préjudice. Lorsque le contentieux sera possible²¹¹¹, le juge devra vérifier la réunion des conditions de la responsabilité contractuelle en présence d'une inexécution smart contractuelle afin de déterminer si une condamnation à réparer le dommage causé doit être prononcée (a). Pour éviter les aléas et les délais propres au contentieux de la responsabilité, les parties recourant à un smart contract chercheront sans doute à aménager conventionnellement leur responsabilité, voire à l'écarter, eu égard aux incertitudes qui peuvent ressortir de l'utilisation des smart contracts sur une blockchain. Pour autant, il faut veiller à ce que l'aménagement conventionnel ne bouleverse pas l'équilibre contractuel. Il faudra donc éprouver la validité et l'efficacité des clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité en présence d'un smart contract (b).

a) *La responsabilité contractuelle appliquée à l'inexécution smart contractuelle*

711. Responsabilité contractuelle et smart contract. La responsabilité contractuelle est une sanction autonome des autres sanctions de l'inexécution et peut être cumulée avec celles-ci²¹¹². Elle vise à réparer les conséquences dommageables de l'inexécution contractuelle, étant précisé que la seule inexécution n'ouvre pas droit à réparation²¹¹³ : il faut prouver l'existence

²¹¹¹ V. *supra*, §677 sur la saisine du juge.

²¹¹² L'article 1217 du code civil dispose *in fine* que des dommages et intérêts peuvent toujours s'ajouter à ces sanctions. V. M. FABRE-MAGNAN, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 989 : l'auteur souligne que le cumul est possible avec les deux autres types de sanctions envisagés car il faut permettre la réparation intégrale du préjudice. V. dans le même sens, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, *op. cit.*, n° 606.

²¹¹³ À l'inverse d'une clause pénale : v. *supra*, §700.

d'un dommage²¹¹⁴. Cette sanction à visée indemnitaire est régie par le code civil dans une sous-section nommée « la réparation du préjudice résultant de l'inexécution du contrat »²¹¹⁵, regroupant l'ensemble des dispositions relatives à la responsabilité contractuelle²¹¹⁶. Il ne s'agit plus ici de trouver un remède à l'inexécution du contrat²¹¹⁷, mais bien de sanctionner le comportement d'un contractant.

Or, pour cela, il faut vérifier quels sont les cas qui peuvent donner lieu à responsabilité d'un contractant en présence d'un smart contract. Cela n'a rien d'évident. Il faut en effet, pour engager la responsabilité contractuelle de son cocontractant, prouver l'existence d'un manquement contractuel ayant causé un dommage²¹¹⁸. En présence d'un smart contract, l'enjeu repose essentiellement sur l'imputabilité du manquement contractuel. Si l'exécution d'une obligation informatisable a été confiée à un smart contract, il s'agit nécessairement d'une obligation de résultat : soit elle est exécutée par le programme informatique, soit elle ne l'est pas. Le manquement contractuel sera aisément constaté dans ce dernier cas. Mais à qui peut-on imputer ce manquement contractuel ? Plusieurs pistes pourraient être envisagées.

712. La non imputabilité du manquement contractuel au smart contract. Il faut commencer par évacuer la responsabilité du smart contract lui-même : ce simple programme informatique n'est pas doté de la personnalité juridique et ne peut être tenu responsable de ses propres dysfonctionnements.

Se pose alors la question de l'origine du manquement et de la personne juridiquement responsable. Il faut étudier l'imputabilité du manquement contractuel selon qu'il est dû à une erreur de l'oracle ou à une erreur de programmation.

²¹¹⁴ « Point de dommage, point de réparation » (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 830) ; P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 606.

²¹¹⁵ La sous-section 5 « La réparation du préjudice résultant de l'inexécution du contrat » regroupe les articles 1231 à 1231-7 du code civil et clôt la section V consacrée à l'inexécution du contrat. La responsabilité contractuelle revêt en effet un véritable rôle de réparation des dommages (M. BACACHE et C. LARROUMET, *Les obligations, la responsabilité civile extracontractuelle : droit commun et régimes spéciaux*, 4e édition, Economica, 2021, n° 74, insistant, au-delà du rôle satisfaisant assurant le paiement par équivalent de l'obligation, sur le rôle indemnitaire de la responsabilité contractuelle, permettant d'appréhender « les dommages extrinsèques ou consécutifs à l'inexécution de l'obligation strictement contractuelle »).

²¹¹⁶ La réforme de 2016 s'est contentée de moderniser les textes relatifs à la réparation du dommage causé par l'inexécution sans les réformer véritablement, en attendant la réforme de la responsabilité civile. V. sur le sujet, F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 828. Le rapport au président énonce clairement la justification de ce maintien sur le fond : « La sous-section 5 consacrée à la réparation du préjudice résultant de l'inexécution du contrat est une reprise à droit constant de la section 4 du chapitre III de l'actuel titre III du code civil, avec quelques ajustements formels. En effet, la responsabilité contractuelle ne peut être réformée isolément de la responsabilité extracontractuelle » (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016, op. cit.*).

²¹¹⁷ V. *supra*, §682, note 2027, sur la distinction entre remède et sanction et le choix des termes dans la réforme.

²¹¹⁸ Pour un rappel des conditions classiques de la responsabilité contractuelle, v. F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 829 s. ; P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations, op. cit.*, n° 586 s.

713. L'imputabilité du manquement à l'oracle. Les parties peuvent chercher à engager la responsabilité de l'oracle s'il a transmis une information erronée au smart contract²¹¹⁹, causant son inexécution. Mais cette responsabilité est délicate à mettre en œuvre. Selon les situations, il existera ou non un contrat entre l'oracle et les parties au smart contract, ce qui changera la nature de la responsabilité de l'oracle et l'aménagement possible de celle-ci. En effet, en présence d'un contrat, la responsabilité sera de nature contractuelle, et le manquement pourra être reproché à l'oracle. Si une clause relative à la responsabilité est prévue, elle intégrera non pas le contrat informatisable, mais le contrat conclu avec l'oracle. À l'inverse, en l'absence de contrat conclu avec l'oracle, la responsabilité sera de nature délictuelle et empêchera la stipulation de toute clause relative à la responsabilité. Mais en pareil cas, il faudra prouver une faute délictuelle à la charge de l'oracle²¹²⁰ ; par exemple, une intention de tromper les parties au smart contract ou une négligence particulière dans la transmission de l'information au smart contract.

Par ailleurs, certains proposent de « rendre obligatoire la souscription d'une assurance par les acteurs de la blockchain se proposant de jouer le rôle d'oracle », ce qui permettrait de « reconnaître les oracles sérieux et de les professionnaliser en les responsabilisant pour cette fonction » et d'instaurer une confiance pour les utilisateurs²¹²¹. Toutefois, cette proposition ne concernerait que des oracles tiers de confiance français, limitant très nettement l'intérêt du procédé, quand on connaît la diversité des oracles existant, de l'oracle humain à l'oracle objet connecté, en passant par des consensus d'utilisateurs²¹²². De plus, il est contestable que la souscription d'une assurance obligatoire responsabilise les acteurs, puisque justement les oracles fautifs n'auraient pas à verser eux-mêmes les dommages-intérêts le cas échéant... L'intérêt serait néanmoins patent pour le créancier, qui bénéficierait plus facilement d'une indemnisation. Il reste qu'une assurance obligatoire aura un coût, qui risque de détourner les oracles du droit français. Cette proposition présente donc de sérieuses limites.

Pour autant, le plus souvent, l'inexécution ne trouvera pas son origine dans une mauvaise transmission de l'information par l'oracle, mais sera plutôt due à une erreur de programmation. Il faut alors déterminer à qui est imputable ce manquement.

²¹¹⁹ 117E CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, op. cit., n° 3376 ; G. CATTALANO, « Smart contracts et droit des contrats », 2019, op. cit., n° 6.

²¹²⁰ La faute délictuelle peut être intentionnelle (dans le but de causer un dommage à autrui) ou non intentionnelle, lorsqu'elle résulte d'une imprudence ou d'une négligence ayant causé un dommage, v. F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 954 s.

²¹²¹ 117E CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, op. cit., n° 3376.

²¹²² V. supra, §102.

714. L'imputabilité de l'erreur de programmation informatique. Si le smart contract s'exécute mal ou ne s'exécute pas en raison d'une erreur de programmation *stricto sensu*²¹²³, cela signifie que c'est la personne qui a codé le smart contract qui est à l'origine du dysfonctionnement.

Soit il s'agit du débiteur de l'obligation informatisable, et le manquement lui est donc imputable : sa responsabilité pourrait alors être engagée.

Soit il s'agit d'un tiers identifié et dans ce cas, la responsabilité délictuelle de celui-ci pourrait être mise en cause²¹²⁴, voire sa responsabilité contractuelle s'il était lié par un contrat à l'une ou l'ensemble des parties ayant choisi de recourir à ses services de programmation informatique²¹²⁵ – étant précisé qu'il n'est pas exclu, dans ce cas, qu'un tel contrat contienne une clause limitative de responsabilité. Sa responsabilité pourrait être particulièrement recherchée en cas d'erreur de programmation *lato sensu*, c'est-à-dire en cas d'erreur de traduction²¹²⁶.

Mais il est encore envisageable que les parties (ou l'une d'entre elles) aient eu recours à un modèle de smart contract. Si celui-ci contient une erreur empêchant le débiteur d'une obligation informatisable de s'exécuter correctement, à qui sera imputable ce manquement ? Il ne sera pas possible d'engager la responsabilité d'un ou plusieurs programmeurs identifiés²¹²⁷. Il faut donc se tourner du côté des utilisateurs du modèle de smart contract²¹²⁸. Or, les parties recourent à un smart contract pour exécuter leurs obligations informatisables, automatiquement et irrésistiblement. Cela ne signifie pas qu'elles seront déchargées de toute responsabilité à cet égard²¹²⁹. Au contraire, la force obligatoire du contrat impose aux parties de s'exécuter, quel que soit le moyen choisi : le smart contract ne supprime en aucun cas cette obligation de s'exécuter²¹³⁰.

Par conséquent, il est possible d'en déduire que chaque partie est responsable du bon fonctionnement du smart contract, quant à l'exécution des obligations informatisables dont elle

²¹²³ Sur l'identification de ce type d'erreur, v. *supra*, §658.

²¹²⁴ Pour une même analyse, v. 117^e CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, *op. cit.*, n° 3374.

²¹²⁵ Notons qu'il sera intéressant, si un contentieux naît dans ce domaine, de dessiner un parallèle, selon l'élaboration et l'adaptation du programme informatique, avec la responsabilité des professionnels rédacteurs d'actes ou des plateformes des *legaltechs* proposant des modèles de contrats en quelques clics. En effet, la programmation du code informatique peut être analysée en une prestation de services et une relation contractuelle entre la partie émettrice du smart contract (voire les deux parties au smart contract) et le codeur pourrait être caractérisée. L'erreur de programmation serait alors une inexécution au titre de cette relation contractuelle.

²¹²⁶ V. *supra*, §659.

²¹²⁷ V. en ce sens, 117^e CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, *op. cit.*, n° 3374.

²¹²⁸ Sur l'utilisation d'un modèle de contrat et son appropriation par celui qui le propose à son cocontractant, v. T. REVET, « Les critères du contrat d'adhésion », *D.*, 2016, n° 19.

²¹²⁹ V. dans le même sens, LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 5.117-5.118, faisant valoir que le recours au code informatique n'est pas une cause exonératoire de responsabilité.

²¹³⁰ Sur la persistance de la force obligatoire en cas de recours à un smart contract, v. *supra*, §413.

est débitrice. Ne pas retenir une telle solution reviendrait à dédouaner chaque partie dès lors qu'elle accepte le recours à un smart contract ; à l'inverse, cette solution permet d'inciter à une vigilance accrue dans l'élaboration ou dans l'utilisation d'un smart contract²¹³¹, qui peut se traduire par un recours à l'audit du smart contract pour y déceler les éventuels dysfonctionnements²¹³². Ainsi, dans les contrats négociés recourant à un smart contract, la responsabilité serait partagée entre les parties, chacune restant responsable du bon fonctionnement du mode d'exécution choisi pour l'obligation informatisable dont il est débiteur. Autrement dit, il est proposé de reconnaître que :

Les parties à un contrat informatisable de gré-à-gré sont chacune responsable du bon fonctionnement du smart contract, quant à l'exécution de leurs obligations respectives.

Tout dysfonctionnement du smart contract entraînant l'inexécution d'une obligation informatisable est imputable au débiteur de cette obligation.

La solution doit être nuancée en présence d'un contrat informatisable d'adhésion.

715. Le cas particulier du contrat informatisable d'adhésion. Si l'on se trouve en présence d'un contrat informatisable d'adhésion²¹³³, il serait envisageable de faire peser la responsabilité exclusivement sur la partie forte, souvent un professionnel, c'est-à-dire sur la partie proposant le recours au smart contract – sans doute par le biais d'une plateforme. En effet, celui qui propose le contenu du contrat d'adhésion, sans marge de négociation, nous semble devoir être assimilé à celui qui le rédige²¹³⁴, parce qu'il impose le contenu contractuel à son cocontractant, démuné. Il en est de même, à notre sens, pour le smart contract, proposé à l'adhérent, qui n'a d'autre choix que d'adhérer ou de renoncer à ce mode d'exécution smart contractuel, imposé par une partie forte, ayant les moyens de contrôler le bon fonctionnement du code informatique. Cette responsabilité pesant sur l'émetteur du smart contract²¹³⁵ aurait

²¹³¹ Pour une proposition similaire, faisant peser la responsabilité sur l'émetteur du smart contract afin de favoriser le déploiement de smart contracts sans faille, v. le 117E CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, *op. cit.*, n° 3374 : « Il semble plus efficace, dans une logique indemnitaire, de faire peser la réparation sur la partie à l'origine de l'utilisation du smart contract. Cela l'incitera à vérifier son bon fonctionnement dans le cadre du contrat proposé ».

²¹³² Sur la nécessité de l'audit, eu égard aux erreurs qui subsistent nécessairement dans un code informatique, v. *supra*, §245.

²¹³³ Sur cette hypothèse, v. *supra*, §401.

²¹³⁴ V. en ce sens, T. REVET, « Les critères du contrat d'adhésion », *op. cit.*, n° 19 : « présenter à un éventuel cocontractant des conditions générales élaborées par un tiers, n'est-ce pas s'approprié ce document, en sorte qu'il convient d'assimiler cette hypothèse à celle dans laquelle celui qui présente à l'autre des conditions les a élaborées, lui-même ou par l'intermédiaire d'un avocat ou d'un salarié qu'il a missionné à cette fin ? ».

²¹³⁵ C'est la proposition du Congrès des notaires (117E CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, *op. cit.*, n° 3374).

pour bénéfice de donner confiance à la partie faible, éventuellement un consommateur, et l'inciter à recourir aux smart contracts proposés par le professionnel sans risquer de se retrouver face à un outil dysfonctionnel et sans recours possible. Cette solution pourrait être cantonnée aux smart contracts d'adhésion, en particulier les smart contracts d'application de conditions générales²¹³⁶, pour lesquels il pourrait être imposé une responsabilité de plein droit :

Celui qui propose un contrat informatisable d'adhésion est responsable de plein droit des erreurs de programmation qui pourraient être révélées lors de son exécution.

Il sera tenu de réparer le préjudice en résultant.

Si le manquement est constaté, encore faut-il réussir à mettre en œuvre l'action en responsabilité et à prouver l'existence et l'étendue d'un préjudice réparable.

716. La mise en œuvre de la responsabilité d'une partie contractante. Il ressort de ce qui précède qu'en cas de dysfonctionnement informatique du smart contract, le manquement sera imputable soit à la partie émettrice du smart contract – dans un contrat d'adhésion – soit à la partie débitrice de l'obligation informatisable de l'inexécution – dans tout contrat informatisable négocié, soit encore à l'oracle en cas de transmission erronée d'information.

Le créancier doit avant tout procéder à une mise en demeure préalable de s'exécuter, adressée au débiteur, tant que l'inexécution n'est pas encore définitive²¹³⁷. La mise en demeure peut également être écartée par une clause contractuelle en ce sens²¹³⁸. Dans le cadre d'un smart contract inexécuté, une mise en demeure ne serait envisageable que si l'inexécution du smart contract était temporaire et que le débiteur de l'obligation inexécutée pouvait contribuer à rétablir l'exécution smart contractuelle. Seule l'erreur commise par l'oracle nous semble pouvoir entrer dans cette hypothèse, ou bien l'inexécution d'une condition nécessaire à l'exécution du smart contract : par exemple, l'absence d'émission de *tokens* à une date prédéterminée. En revanche, toutes les fois où le smart contract est bloqué du fait d'une erreur de programmation, ou s'est mal exécuté, quelle qu'en soit la cause, l'inexécution sera définitive et la mise en demeure n'aura alors pas lieu d'être²¹³⁹ – ce qui rend inutile l'insertion, dans le

²¹³⁶ Sur cette hypothèse, v. *supra*, §369.

²¹³⁷ Article 1231 du code civil : « À moins que l'inexécution soit définitive, les dommages et intérêts ne sont dus que si le débiteur a préalablement été mis en demeure de s'exécuter dans un délai raisonnable. »

²¹³⁸ La règle figure aujourd'hui à l'article 1344 du code civil : « Le débiteur est mis en demeure de payer soit par une sommation ou un acte portant interpellation suffisante, soit, si le contrat le prévoit, par la seule exigibilité de l'obligation ».

²¹³⁹ Des auteurs soulignent que, de manière générale, « l'exigence d'une mise en demeure n'a de sens que si l'exécution volontaire de l'obligation est encore possible » et listent ainsi des obligations échappant à l'exigence de mise en demeure, « qui n'aurait, dans bien des cas, aucun sens » : ainsi en est-il de l'obligation de ne pas faire ou des obligations « qui ne

contrat informatisable ou dans le contrat préalable, d'une clause dispensant d'une mise en demeure.

Une fois devant le juge, les parties chercheront à prouver ou à contester la réunion des trois conditions classiques de la responsabilité. C'est alors la question de l'appréciation par le juge de l'existence et de l'étendue du préjudice qui se posera.

717. L'appréciation du préjudice par le juge. En tout état de cause, il reviendra aux juges du fond d'apprécier l'existence d'un préjudice, le plus souvent tenant à la perte subie ou au gain manqué selon l'article 1231-2 du code civil²¹⁴⁰. Ce préjudice diffère en présence d'un smart contract inexécuté et en présence d'un smart contract exécuté en retard. Ces deux hypothèses méritent une attention particulière.

718. Le préjudice résultant de l'inexécution définitive. En cas d'inexécution définitive, le créancier insatisfait devra prouver l'existence d'un préjudice distinct de l'inexécution et n'ayant pas été réparé par la seule résolution du contrat ou autre sanction qu'il aura choisie. Dans cette hypothèse, le créancier n'aura pas eu besoin de procéder à une mise en demeure puisque l'exécution n'était d'ores et déjà plus possible. Il assignera en revanche son cocontractant dans l'espoir d'obtenir la réparation intégrale de son préjudice causé par l'inexécution. L'appréciation des éléments de preuve *in concreto* par le juge conditionnera alors l'issue du litige, avec tous les aléas que l'on connaît.

Pour tenter d'obtenir davantage que la réparation du dommage prévisible, le créancier pourra toujours essayer de prouver l'existence d'une faute lourde ou d'une faute dolosive de la part du débiteur défaillant²¹⁴¹. Quelle serait cette faute particulièrement grave ou intentionnelle ayant conduit à l'inexécution du smart contract ? Le créancier d'une obligation informatisable pourrait avancer que son cocontractant a intentionnellement programmé le code informatique du smart contract de façon à ne pas s'exécuter correctement, ou du moins tel qu'il l'avait promis²¹⁴² : voilà une erreur de programmation qui pourrait être requalifiée de faute dolosive, si la preuve de l'intention dolosive est rapportée. Celle-ci pourrait résulter, par exemple, d'une divergence intentionnelle entre les documents précontractuels ou la couche en langage naturel

pouvaient être exécutées que dans un temps donné » (F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1434) L'obligation exécutée par un smart contract pourrait faire partie de cette liste.

²¹⁴⁰ Article 1231-2 du code civil : « Les dommages et intérêts dus au créancier sont, en général, de la perte qu'il a faite et du gain dont il a été privé, sauf les exceptions et modifications ci-après ».

²¹⁴¹ Selon l'article 1231-3 du code civil, la réparation du préjudice contractuel est en effet limitée au seul préjudice prévisible... sauf faute lourde ou dolosive du débiteur défaillant. En tout état de cause, le préjudice doit nécessairement être une suite immédiate et directe de l'inexécution, selon l'article 1231-4 de ce code.

²¹⁴² Sur les différences entre la programmation du smart contract et ce qui était promis, v. *supra*, §199.

et le code informatique du smart contract, témoignant d'une volonté de tromper le profane²¹⁴³. Cette intention de tromper est indispensable, car la seule divergence ne suffit pas : elle pourrait relever d'une simple erreur de traduction²¹⁴⁴, et ne s'apparenterait donc pas à une inexécution volontaire.

Dans un contrat informatisable d'adhésion, où la parte émettrice du smart contract est responsable de son bon fonctionnement²¹⁴⁵, la parte faible pourrait invoquer une faute lourde de son cocontractant n'ayant pas suffisamment vérifié le code informatique du smart contract. Dans l'un et l'autre cas, une appréciation *in concreto* est nécessaire de la part du juge saisi du litige pour déterminer si une telle faute lourde ou dolosive est caractérisée, et fixer en conséquence le montant des dommages-intérêts à allouer en cas de préjudice avéré.

719. 2°) Le préjudice résultant du retard dans l'exécution. Le retard dans l'exécution smart contractuelle ne peut résulter que d'une erreur de programmation, bien qu'elle semble très hypothétique (erreur sur la date de réalisation de l'action), ou, plus vraisemblablement, d'une erreur humaine, entraînant un retard dans la satisfaction de la condition nécessaire au déclenchement du smart contract. On peut songer par exemple à des jetons numériques (*tokens*) qui seraient émis en retard par rapport au terme promis lors de la levée de fonds en cryptomonnaie²¹⁴⁶, retard qui priverait l'investisseur d'un gain espéré par une revente moins tardive.

Le contentieux est ici conditionné à une mise en demeure préalable du débiteur défaillant, afin de lui permettre pendant « un délai raisonnable »²¹⁴⁷ de s'exécuter en nature. Il est recommandé aux parties de fixer les modalités de cette mise en demeure, en particulier la durée du délai raisonnable, ou de l'écarter conventionnellement, afin d'éviter un contentieux à ce titre.

À supposer la mise en demeure envoyée ou conventionnellement écartée, le créancier pourra demander des dommages-intérêts afin de réparer le préjudice que lui a causé ce retard dans l'exécution, s'il réussit à prouver l'existence d'un dommage effectivement causé par le retard. Là encore, cette possibilité est restreinte aux seuls cas où une assignation devant le juge est possible, c'est-à-dire lorsque l'identité des parties est connue. L'appréciation du préjudice est soumise aux mêmes limites que pour le défaut total d'exécution. Le juge devra apprécier

²¹⁴³ Sur cette éventualité, qui n'est pas si rare en pratique, v. *supra*, §199. Cette intention de tromper est indispensable, car la seule divergence ne suffit pas : elle pourrait relever d'une simple erreur de traduction (sur laquelle, v. *supra*, §659).

²¹⁴⁴ Sur laquelle, v. *supra*, §659.

²¹⁴⁵ V. *supra*, §715.

²¹⁴⁶ Ce sont des *Initial Coin Offerings* ou ICO : v. *supra*, §7.

²¹⁴⁷ Article 1231 du code civil : « À moins que l'inexécution soit définitive, les dommages et intérêts ne sont dus que si le débiteur a préalablement été mis en demeure de s'exécuter dans un délai raisonnable. »

l'existence et l'étendue du préjudice invoqué par le créancier et directement causé par le retard dans l'exécution.

720. En tout état de cause, les parties auront sans doute tendance à aménager conventionnellement leur responsabilité afin d'éviter une condamnation aléatoire consécutive à une inexécution du smart contract déployé. Il faut étudier l'efficacité de ces clauses.

b) L'insertion de clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité

721. **Le recours classique à des clauses de responsabilité.** Pour contourner l'aléa judiciaire, les parties peuvent choisir d'insérer des clauses aménageant le principe de la responsabilité ou le montant de la réparation : il s'agit des clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité, dont la validité ne fait aujourd'hui pas de doute en matière contractuelle en droit commun²¹⁴⁸. Elles sont à l'inverse prohibées en droit de la consommation eu égard à l'objectif de protection du contractant faible²¹⁴⁹. Le but de ces clauses est d'atténuer la sanction de l'inexécution de l'obligation prévue au contrat, soit parce qu'elles limitent le montant de la réparation due par le débiteur en cas d'inexécution – il s'agit des clauses limitatives de réparation – soit parce qu'elles suppriment toute obligation de réparation en cas d'inexécution – ce sont alors des clauses exonératoires de responsabilité²¹⁵⁰. Ces clauses sont tout à fait usuelles et largement répandues dans la pratique.

Il faudra toutefois veiller dans les contrats d'adhésion à ce qu'une clause limitative ou exonératoire de responsabilité ne conduise pas à créer un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties, ce qui aurait pour effet de la réputer non écrite en application de l'article 1171 du code civil, notamment si elle exclut toute responsabilité ou fixe un montant

²¹⁴⁸ M. LEVENEUR-AZEMAR, *Étude sur les clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité*, *op. cit.*, n^{os} 49-55. Toutefois, le principe connaît des importantes atteintes venues des droits spéciaux et aujourd'hui insérées dans le code civil, dans le but de protection du contractant faible (n^{os} 115 s. et 181 s.). En particulier, l'insertion des articles 1170 et 1171 dans le code civil par la réforme de 2016 a davantage fragilisé encore le principe de validité des clauses relatives à la responsabilité (v. n^{os} 267 s. sur l'article 1171 et n^o 340 sur l'article 1170). V. aussi, W. DROSS, *Clausier*, *op. cit.*, p. 301-306.

²¹⁴⁹ La règle est édictée à l'article R.212-1, 6^o, du code de la consommation. V. sur le sujet, M. LEVENEUR-AZEMAR, *Étude sur les clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité*, *op. cit.*, n^o 198 s. ; malgré tout, les professionnels continuent d'insérer des clauses de responsabilité en pratique (n^o 225).

²¹⁵⁰ *Ibid.*, n^o 11 s., étant précisé que la clause exonératoire de responsabilité peut agir « sur les conditions de naissance de la responsabilité » mais peut aussi « porter directement sur la réparation en la supprimant totalement » (n^o 14). Ces clauses sont distinctes des clauses de non-obligation qui déterminent « les prestations auxquelles s'engage le débiteur ». En effet, les clauses exonératoires de responsabilité « n'entrent en jeu qu'au stade de l'exécution, en paralysant la mise en œuvre de la responsabilité du débiteur, qui était tenu d'une obligation, mais qui est défaillant » (*id.*).

dérisoire de réparation²¹⁵¹. La même sanction trouve à s'appliquer si la clause prive de sa substance l'obligation essentielle du débiteur, suivant l'article 1170 du code civil²¹⁵². L'efficacité de ces clauses peut aussi être mise en cause, dans la mesure où la faute dolosive comme la faute lourde du responsable ont pour effet de paralyser ces clauses²¹⁵³.

Ces clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité seront certainement insérées dans des contrats informatibles ou dans des contrats simplement exécutés par un smart contract.

722. L'insertion de clauses relatives à la responsabilité dans les contrats exécutés par smart contract. Il ne fait pas de doute que des parties chercheront à limiter ou exclure toute responsabilité en cas d'inexécution due à une erreur de programmation du smart contract²¹⁵⁴. La rédaction d'une telle clause est sujette à caution. En effet, si les parties excluent toute responsabilité en cas de dysfonctionnement technique du smart contract, alors que le smart contract est choisi pour exécuter les obligations essentielles du contrat, cela reviendra à priver ces obligations de toute substance : il paraît contestable que les parties choisissent un mode d'exécution de leurs obligations et en même temps puissent s'exonérer de toute responsabilité en cas de dysfonctionnement. De telles clauses exonératoires pourraient être privées d'efficacité dans tout contrat sur le fondement de l'article 1170 du code civil.

Dans un contrat informatible de consommation, toute clause exonératoire ou limitative de responsabilité ou de réparation sera prohibée, tandis qu'une clause unilatérale en ce sens, au profit de la partie forte, pourrait être éradiquée d'un contrat informatible d'adhésion sur le fondement de l'article 1171 du code civil, si la preuve d'un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties est rapportée.

En revanche, des clauses limitant le montant de la réparation seraient envisageables, dans les contrats informatibles négociés ou dans des contrats classiques exécutés par smart contract. L'avantage de ces clauses sera de permettre aux parties de limiter les conséquences

²¹⁵¹ Article 1171 du code civil : « Dans un contrat d'adhésion, toute clause non négociable, déterminée à l'avance par l'une des parties, qui crée un déséquilibre significatif entre les droits et obligations des parties au contrat est réputée non écrite.

L'appréciation du déséquilibre significatif ne porte ni sur l'objet principal du contrat ni sur l'adéquation du prix à la prestation. » ; v. sur le sujet, *Ibid.*, n° 273.

²¹⁵² Article 1170 du code civil : « Toute clause qui prive de sa substance l'obligation essentielle du débiteur est réputée non écrite » ; ce contrôle est assez contestable, dans la mesure où le contrôle devrait s'apprécier à l'aune du contrat tout entier et non d'une seule clause : sur cette critique, v. *Ibid.*, n° 340.

²¹⁵³ *Ibid.*, n° 501 s. Cette limite figure d'ailleurs à l'article 1231-3 du code civil : « Le débiteur n'est tenu que des dommages et intérêts qui ont été prévus ou qui pouvaient être prévus lors de la conclusion du contrat, sauf lorsque l'inexécution est due à une faute lourde ou dolosive. »

²¹⁵⁴ V. le rapport britannique sur les *smart legal contracts*, qui ne voit pas d'obstacle à l'insertion de telles clauses en cas d'inexécution due à une erreur dans le code informatique (LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 5.119). Sur cette acception du risque relatif à l'erreur de programmation, v. *supra*, §658 et §290.

d'un défaut d'exécution du smart contract et d'éviter les aléas d'une condamnation judiciaire excessive. Une clause intéressante serait celle prévoyant une solution alternative en cas de dysfonctionnement du smart contract, par exemple en prévoyant que les parties déploieront un smart contract secondaire permettant d'exécuter les obligations ou toute autre solution alternative. La charge du coût de ces solutions devra être convenue entre les parties – ce qui revient à une clause limitative de réparation²¹⁵⁵, tout en aménageant une certaine exécution en nature²¹⁵⁶. Elle pourrait être rédigée comme suit :

Les parties s'engagent à vérifier le bon fonctionnement du smart contract afin de garantir l'exécution des obligations informatisables, par un audit du smart contract auprès de la société [x], avant tout déploiement sur la blockchain [y].

En cas d'inexécution d'une obligation informatisable due à une erreur de programmation du smart contract, le débiteur de cette obligation est réputé auteur du manquement et devra en réparer les conséquences dommageables.

L'auteur du manquement s'engage à proposer, à ses frais, un nouveau smart contract permettant de remédier au dysfonctionnement constaté. En cas de coût excédant un montant fixé à [z] euros, les parties s'engagent à trouver une solution amiable, soit en programmant ensemble un nouveau smart contract, soit en acceptant de recourir à une autre modalité d'exécution.

Les clauses relatives à la responsabilité ne sont, en tout état de cause, recommandées que dans les contrats informatisables négociés. Elles ne doivent pas être insérées dans les modèles de contrats à destination des consommateurs ou dans des contrats informatisables d'adhésion, au risque d'être privées d'efficacité, si tant est qu'une action aux fins d'éradication d'une telle clause soit menée. Or tel est le véritable enjeu en la matière : ces clauses exonératoires, ou à tout le moins limitatives de responsabilité ou de réparation, risquent d'essaimer dans les conditions générales des plateformes proposant des smart contracts au profit de ces professionnels, et il sera difficile, en pratique, de les combattre²¹⁵⁷.

723. Au-delà des sanctions de l'inexécution, les parties rechercheront également à obtenir des restitutions, toutes les fois que le contrat n'a pas été correctement exécuté ou l'a été exécuté

²¹⁵⁵ Etant précisé que le contrat pourra prévoir la souscription d'une assurance obligatoire pour couvrir les frais pouvant résulter du dysfonctionnement du smart contract.

²¹⁵⁶ Sur l'exécution en nature en présence d'un smart contract, et la question du coût de redéploiement d'un nouveau smart contract, v. *supra*, §705-706.

²¹⁵⁷ Sur l'interrogation liée au mode d'action collective à mener en dehors des contrats de consommation, v. *supra*, §528.

de façon indu. Le régime des restitutions présente des particularités en présence d'un smart contract.

II. L'adaptation du régime des restitutions aux smart contracts

724. La nécessité des restitutions dans le cadre du recours à des smart contracts. Les restitutions supposent qu'une exécution ait été fournie, mais que la prestation effectuée ou la chose transmise doive être rendue, pour diverses causes possibles. Les restitutions sont traditionnellement consécutives à l'anéantissement du contrat, mais il ne faut pas oublier les restitutions ordonnées dans le cadre d'une action en répétition de l'indu, dont elles sont le principal effet²¹⁵⁸. En présence d'un smart contract, ces situations d'exécution non due risquent de se multiplier en raison de l'automaticité, l'immutabilité et l'inéluctabilité de l'exécution confiée au programme informatique déployé sur une blockchain.

Plusieurs situations ont été précédemment identifiées comme pouvant mener à des restitutions. De prime abord, est concerné le paiement (ou versement) indu²¹⁵⁹, qui survient lorsque le smart contract s'est exécuté de façon non conforme à la volonté des parties, par exemple en raison d'une erreur de l'oracle ou d'une erreur de programmation. De même, est visé le cas d'une exécution conforme au code initial mais ne prenant pas en compte un changement de volonté des parties ou une disposition légale impérative, telle que l'ouverture d'une procédure collective à l'encontre du débiteur, interdisant à celui-ci tout paiement. Ensuite, seront sujets à restitution tous les smart contracts rattachés à un contrat ayant été résolu, annulé, ou devenu caduc du fait de la disparition d'un de ses éléments essentiels ou de la réalisation d'une condition résolutoire. Les règles propres à chaque situation doivent s'appliquer en amont pour déterminer l'étendue de l'effet rétroactif lié à la sanction prononcée²¹⁶⁰, et par conséquent, la nécessité de procéder à des restitutions.

En tout état de cause, l'hypothèse étudiée sera celle d'un smart contract qui s'est automatiquement exécuté alors que l'exécution du contrat n'aurait pas (ou plus) dû avoir lieu.

Il faut commencer par rappeler les règles applicables aux restitutions en droit civil (A), pour ensuite déterminer comment procéder aux restitutions en présence d'un smart contract (B).

²¹⁵⁸ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations*, *op. cit.*, n° 1803.

²¹⁵⁹ V. *supra*, §672-674.

²¹⁶⁰ V. *supra*, §547 s. pour les sanctions des conditions de validités, §563 pour la condition résolutoire, §625-627 pour la révocation consensuelle du contrat et §695 s. pour la résolution pour inexécution.

A. Le régime général des restitutions en droit civil

725. Un régime général autonome des restitutions. La réforme de 2016 a innové en ajoutant en véritable chapitre dédié aux restitutions dans le code civil²¹⁶¹. L'autonomie donnée aux dispositions sur les restitutions permet de détacher celles-ci de la répétition de l'indu, qui n'est plus qu'un évènement parmi d'autres donnant lieu à restitution. C'est pourquoi font référence de manière indépendante aux règles des articles 1352 et suivants sur les restitutions tant l'article 1302-3 du code civil en matière de répétition de l'indu, que les articles 1178, 1187 et 1229 du code civil, respectivement relatifs à la nullité, la caducité et la résolution du contrat. Tous les cas de restitutions, qu'ils procèdent d'un anéantissement rétroactif du contrat ou d'un versement indu, sont donc régis par les articles 1352 à 1352-9 du code civil²¹⁶², qui constituent le corps du droit commun des restitutions²¹⁶³.

Ces dispositions serviront de guide aux parties à la suite de l'anéantissement de leur contrat pour mener volontairement les restitutions. Mais en cas de contestation ou d'inertie du débiteur de l'obligation de restitution, le créancier pourra saisir le juge d'une action en restitution²¹⁶⁴. De la même manière, le *solvens* ayant procédé à un versement indu pourra assigner l'*accipiens* en restitution de l'indu. Le juge appliquera les dispositions susvisées dans le cadre de ces contentieux. Il faudra en particulier déterminer de quelle façon devra s'opérer la restitution recherchée : en nature ou en valeur.

726. Le principe de la restitution en nature. L'article 1352 du code civil commence par affirmer le droit du créancier à la restitution en nature²¹⁶⁵. Le principe est très simple : doit être restitué ce qui a été perçu indûment ou en vertu de l'exécution de l'acte juridique

²¹⁶¹ Ce chapitre V « Les restitutions » (articles 1352 à 1352-9) vient clore le Titre IV sur le régime général des obligations. Sur cette innovation et les interrogations que suscitent les nouvelles dispositions, v. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 919-922 ; J. KLEIN, « Les restitutions », *Droit et Patrimoine*, n° 258, 1^{er} mai 2016, p. 46. Certains parlent ainsi de l'instauration d'une « théorie générale des restitutions », « en dépit de la modestie et de l'hétérogénéité de son contenu » (F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 1803).

²¹⁶² V. F. TERRE et al., *Droit civil. Les obligations*, op. cit., n° 1804 s. et le *Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, op. cit. : « Il est donc consacré un chapitre propre aux restitutions, destiné à unifier la matière et à s'appliquer à toutes formes de restitutions, qu'elles soient consécutives à l'annulation, la résolution, la caducité ou encore la répétition de l'indu ».

²¹⁶³ F. CHENEDE, *Le nouveau droit des obligations et des contrats*, op. cit., n° 215.05.

²¹⁶⁴ Cette action autonome se prescrit à compter du prononcé de l'anéantissement du contrat. V. en ce sens, au sujet de la restitution consécutive à la nullité, P. MALAURIE, L. AYNES et P. STOFFEL-MUNCK, *Droit des obligations*, op. cit., n° 427.

²¹⁶⁵ Article 1352 du code civil : « La restitution d'une chose autre que d'une somme d'argent a lieu en nature ou, lorsque cela est impossible, en valeur, estimée au jour de la restitution » ; O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 923, rappelant que le texte énonce « la primauté de la restitution en nature, c'est-à-dire du retour de la chose même qui a été remise, sur la restitution en valeur, c'est-à-dire le versement d'une indemnité en lieu et place de la chose remise et fonction de l'évaluation économique de celle-ci ».

rétroactivement anéanti²¹⁶⁶, et exactement cela. L'idée est de revenir au *statu quo ante*, à la situation antérieure à celle ayant donné lieu à la restitution²¹⁶⁷. En matière d'indu objectif, le *solvens* demandera au juge de condamner l'*accipiens* à lui restituer exactement ce qui lui avait été versé à tort. Le principe s'applique tant aux corps certains, corporels comme incorporels, qu'aux choses fongibles²¹⁶⁸. L'essentiel est que l'*accipiens* restitue ce qu'il a reçu en nature²¹⁶⁹. Le code civil prévoit plusieurs dispositions pour répondre aux aléas du temps, que le bien ait été détruit, détérioré ou vendu, en adaptant les solutions selon la bonne ou la mauvaise foi du débiteur²¹⁷⁰.

727. L'exception : la restitution en valeur. Dans de nombreuses situations cependant, la restitution en nature n'est pas possible. Soit parce que la chose a disparu, a été vendue sans pouvoir être revendiquée, a été incorporée dans un bien, etc.²¹⁷¹ C'est alors la restitution en valeur qui s'impose, avec toutes les questions d'évaluation qu'entraîne cette solution. La restitution en valeur est également la solution pour le cas des prestations de service déjà effectuées, comme le prévoit l'article 1352-8 du code civil²¹⁷². Elles doivent alors être évaluées à la date à laquelle elles ont été fournies. Dans tous les cas, la restitution en valeur « doit conduire au résultat économique le plus proche possible de celui que l'on obtiendrait par la restitution en nature »²¹⁷³.

Le régime des restitutions étant ainsi précisé, il convient de rechercher comment mettre en œuvre les restitutions en présence d'un smart contract.

²¹⁶⁶ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 1811.

²¹⁶⁷ La restitution peut d'ailleurs être définie comme suit : « Rétablissement de la situation patrimoniale des parties dans l'état antérieur à l'anéantissement de leur contrat. Par extension (au pluriel), opérations de remise en ordre consécutives à l'annulation ou à la caducité de l'acte » (ASS. H. CAPITANT et G. CORNU (dir.), *Vocabulaire juridique, op. cit.*, V° « Restitution », 2°).

²¹⁶⁸ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 923.

²¹⁶⁹ F. TERRE *et al.*, *Droit civil. Les obligations, op. cit.*, n° 1811 : « le principe est d'une extrême simplicité : doit être restitué ce qui a été perçu indûment ou en vertu de l'exécution de l'acte juridique rétroactivement anéanti ».

²¹⁷⁰ V. *Id.* et les dispositions du code civil : 1352-1 pour les détériorations, 1352-2 pour l'aliénation du bien, 1352-3 et 1352-6 sur la question des fruits ou des intérêts pour les sommes d'argent, ou encore 1352-5 pour le cas des dépenses engendrées pour la conservation ou la plus-value du bien, etc.

²¹⁷¹ V. O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 926.

²¹⁷² Article 1352-8 du code civil : « La restitution d'une prestation de service a lieu en valeur. Celle-ci est appréciée à la date à laquelle elle a été fournie. »

²¹⁷³ O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, op. cit.*, p. 926.

B. La mise en œuvre des restitutions en présence d'un smart contract

728. L'application des règles de restitutions aux smart contracts. Dans notre hypothèse, un smart contract s'est exécuté de façon induue. Il faut étudier dans quelle mesure le principe de la restitution en nature peut trouver à s'appliquer en présence d'un smart contract, c'est-à-dire comment le smart contract peut procéder à la restitution demandée des actifs numériques concernés (1).

Dans les cas où cette restitution en nature ne serait pas possible, une restitution en valeur doit être envisagée et il faudra déterminer si elle peut avoir lieu en cryptomonnaie ou si elle doit nécessairement être réalisée en monnaie *fiat*, et donc en dehors d'un smart contract (2).

1) Les restitutions en nature par le smart contract

729. L'obstacle à une restitution en nature directe. En cas d'exécution induue du smart contract, il faudra en principe procéder à une restitution en nature des actifs numériques. Mais par définition, l'immutabilité du smart contract déployé sur une blockchain s'oppose à des restitutions décidées après le déploiement du smart contract²¹⁷⁴.

Pour contourner l'immutabilité du smart contract déployé sur la blockchain et déjà exécuté, les parties, comme le juge, vont devoir faire preuve d'imagination : le smart contract ne peut pas restituer une prestation exécutée, du moins par principe. Une alternative se présente. Soit la possibilité de restitution a été prévue dans le code *ab initio*, soit les parties devront trouver une autre solution technique. Il faut étudier cette alternative d'abord en l'absence de contentieux, puis s'intéresser à la question de la condamnation à restituer.

730. La restitution amiable prévue par anticipation. Ce sont en principe les parties qui doivent procéder aux restitutions de ce qui a été perçu au titre du contrat résolu, lorsque la contrepartie n'a pas été effectuée ou donnée. Si le smart contract était chargé de l'exécution du contrat, peut-il être chargé d'effectuer les restitutions subséquentes à la résolution ? Tout dépendra de la programmation.

²¹⁷⁴ Le rapport britannique sur les *smart legal contracts* s'interroge de la même manière sur la façon de « rectifier » un smart contract déployé sur une chaîne publique (extrait original : « *if the smart legal contract has been partly or wholly performed by code, the question arises as to how the parties can be returned to their pre-contractual positions. In particular, (...) if the code of a smart legal contract has performed transactions on a blockchain, those transactions may not be capable of literally being unwound because they are recorded on an immutable distributed ledger* », LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 5.99).

C'est précisément le recours à la fonction « *selfdestruct* » (fonction de révocation) qui permettra de trouver une solution²¹⁷⁵. En effet, le déclenchement de cette fonction a pour conséquence d'opérer le retour à leur émetteur, des actifs numériques qui avaient été transférés à l'adresse du smart contract en attente de l'exécution de la prestation réciproque²¹⁷⁶. Cette fonction de retour pourra aussi être déclenchée automatiquement en cas de réalisation d'une condition résolutoire par exemple, ou de non réalisation d'une condition suspensive, ou d'indication d'une inexécution de l'obligation réciproque dans le monde *fiat*. L'avantage de cette fonction est de permettre un retour au *statu quo ante* : il s'agit bien de la version informatisable de la restitution en nature.

731. La restitution amiable par un nouveau smart contract. Si en revanche aucune fonction n'a été programmée en ce sens, les parties ne pourront pas remettre en cause les effets du smart contract déjà produits. Elles peuvent alors s'accorder sur le déploiement d'un nouveau smart contract venant contrer les effets de la transaction indument effectuée, afin de renvoyer au créancier les actifs numériques qu'il avait versés indument. Elles procéderont ainsi à une restitution amiable en nature, par le biais d'un smart contract de restitution.

732. La condamnation à restituer. Si les parties ne procèdent pas d'elles-mêmes aux restitutions, il sera possible d'agir à cette fin. Le demandeur à l'action en restitution, c'est-à-dire le *solvens*, demandera au juge d'ordonner la restitution en nature des actifs numériques par l'*accipiens*. Le *solvens* devra pour cela prouver le versement indu, c'est-à-dire l'existence du paiement et l'absence de dette, conformément à l'article 1302 du code civil, ou simplement demander la restitution consécutive à l'anéantissement du contrat informatisable. Mais le prononcé de la sanction ne suffit pas.

Dans le cas où un contentieux de la restitution est né, et qu'une des parties a été condamnée à restituer les actifs numériques perçus, encore faut-il donner une efficacité à la sanction. Le juge n'a que des pouvoirs limités : il ne peut en aucun cas intervenir dans le smart contract déployé entre les parties sur une blockchain²¹⁷⁷ et n'a évidemment aucune prise sur les actifs numériques de chaque partie.

Plusieurs solutions permettraient toutefois de procéder à une restitution en nature sur la blockchain, en utilisant à la fois les moyens connus et le déploiement d'un nouveau smart contract. En principe, condamné à la restitution en nature, l'*accipiens* devra programmer un simple smart contract prévoyant la transaction inverse de celle perçue indument. La

²¹⁷⁵ Sur cette fonction, v. *infra*, §544.

²¹⁷⁶ Pour une explication, v. *supra*, note 1643.

²¹⁷⁷ V. *supra*, §681.

condamnation à la restitution pourra se traduire en une injonction de déployer ce smart contract de restitution, éventuellement assortie d'une astreinte afin d'exercer un moyen de pression sur le défendeur succombant²¹⁷⁸.

Par anticipation, au moment d'introduire son action en restitution, le demandeur pourrait avoir déjà programmé le smart contract de restitution. Une fois la condamnation prononcée, il ne manquera dès lors plus que l'apposition de la clé cryptographique du défendeur condamné à restituer les actifs numériques pour que le smart contract de restitution s'exécute. L'injonction du juge pourra obliger l'*accipiens* à apposer sa clé privée, permettant ainsi de mettre en œuvre l'obligation de restitution en nature.

Toutefois, la restitution en nature ne sera pas toujours possible et il faudra alors se tourner vers la restitution en valeur.

2) *Les restitutions en valeur*

733. La restitution en valeur pour cause d'impossibilité de restitution en nature. La question pourrait se poser d'une restitution en valeur, par exemple si une prestation numérique a été effectuée et ne peut être restituée qu'en valeur, ou si la restitution de l'actif numérique est impossible car il a été cédé entre temps. L'hypothèse est celle d'un contentieux de la restitution où la restitution en nature est impossible et où le juge condamne le défendeur à restituer en valeur l'actif numérique ou la prestation numérique reçue indument par l'exécution automatique du smart contract. Comment doit s'exécuter cette restitution en valeur ? S'il apparaît que la restitution en valeur doit en principe s'exécuter par le versement d'une somme d'argent, une solution alternative supplétive pourrait toutefois se dessiner.

734. La restitution en valeur, une restitution monétaire. La restitution en valeur doit-elle nécessairement être une prestation monétaire ? Il semblerait que telle soit l'acception retenue en droit français²¹⁷⁹. Suivant cette analyse, la restitution en valeur ne peut intervenir

²¹⁷⁸ Pour une proposition semblable, v. LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, *op. cit.*, n° 5.100 : “*the court could order the parties to enter into an “equal and opposite” second transaction on the blockchain. The first transaction would remain on the blockchain, but its effects would be reversed by the second transaction*” (nous traduisons : le juge pourrait ordonner aux parties de procéder à une seconde transaction « égale et opposée » sur la blockchain. La première transaction resterait sur la blockchain, mais ses effets seraient inversés par la seconde transaction).

²¹⁷⁹ Le rapport au président prend cette modalité pour acquise (*Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance du 10 février 2016*, *op. cit.*) : « L'article 1352 commence ainsi par poser le principe de la restitution en nature - qui ne vaut toutefois que pour la restitution d'une chose autre qu'une somme d'argent - et précise, **pour le cas où une telle restitution en nature est impossible et se fait par équivalent monétaire**, la date à laquelle la valeur à restituer doit être appréciée » (nous soulignons). Certains commentateurs évoquent également une restitution monétaire : « il s'agit pour le débiteur, à défaut de pouvoir restituer exactement la chose qui lui a été fournie, d'en rendre la contre-

que par le versement d'une somme d'argent, c'est-à-dire d'un montant libellé en monnaie ayant cours légal. Or, les cryptomonnaies ne peuvent pas servir à ce jour à effectuer des paiements *monétaires*²¹⁸⁰. En conséquence, la restitution en valeur devra nécessairement être opérée en dehors de toute blockchain et s'effectuer en monnaie *fiat*, une fois le montant déterminé par le juge²¹⁸¹. La solution est alors particulièrement simple à mettre en œuvre et le créancier de l'obligation de restitution en valeur pourra toujours en poursuivre l'exécution forcée de façon traditionnelle. Toutefois, une difficulté d'évaluation pourrait survenir lors de la mise en œuvre de cette restitution monétaire.

735. La difficulté de l'évaluation de la restitution. La seule difficulté réside dans l'évaluation des prestations numériques ou actifs numériques transférés par le smart contract et donnant lieu à restitution. Il faut pour cela déterminer la valeur objective des biens ou de la prestation concernée, sans s'arrêter au prix fixé par les parties ou autres clauses du contrat²¹⁸². Le juge n'est pas nécessairement le mieux placé pour y parvenir et sans doute le recours à un expert judiciaire sera-t-il nécessaire.

De plus, se pose la question de la conversion de la valeur en cryptomonnaie vers la valeur en monnaie *fiat*, c'est-à-dire en euro pour la France. La valeur de la prestation doit être fixée au jour où elle a été fournie selon l'article 1352-8 du code civil, tandis que dans les autres cas de restitution en valeur, la valeur doit être fixée au jour de la restitution suivant l'article 1352 du même code. La volatilité actuelle des cryptomonnaies rend cette différence de règle peu équitable, mais le juge n'aura d'autre choix que d'utiliser le cours de la cryptomonnaie concernée au jour de son jugement ou au jour où la prestation a été fournie pour convertir en monnaie *fiat* le montant devant être versé par l'*accipiens* destinataire de l'exécution non due afin de procéder à la restitution en valeur conformément au droit positif.

Ces difficultés doivent être connues des parties. Une anticipation conventionnelle des restitutions serait alors la bienvenue pour les contourner.

valeur monétaire » (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 926).

²¹⁸⁰ V. *supra*, §578.

²¹⁸¹ V. en ce sens, la proposition du rapport britannique sur les *smart legal contracts* (LAW COMMISSION, *Smart legal contracts*, op. cit., n° 5.100) : « *the court could identify the benefits transferred by the code, value those benefits in money, and then order the parties to make restitution to each other of the value of those benefits. While the precise benefits transferred by the code (...) would not be restored, the value of these benefits would be so that practical justice is achieved between the parties* » (nous traduisons : le juge pourrait identifier les avantages transférés par le code, évaluer ces avantages en argent, puis ordonner aux parties de se restituer mutuellement la valeur de ces avantages. Bien que les avantages transférés par le code (...) ne soient pas restitués en nature, la restitution de la valeur de ces avantages permettrait de rendre une justice pratique entre les parties).

²¹⁸² La valeur doit en effet être déterminée « de façon objective, notamment sans se référer à celle qui avait été fixée au contrat. En principe, les juges ne peuvent s'en remettre aux clauses de la convention, notamment le prix, pour déterminer l'indemnité de restitution » (O. DESHAYES, T. GENICON et Y.-M. LAITHIER, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, op. cit., p. 926).

736. L'accord sur une restitution par équivalent. Les parties pourraient tout à fait s'accorder sur une restitution regardée comme équivalente par elles : par exemple, une restitution dans une cryptomonnaie désignée.

Si la possibilité n'est pas évoquée à notre connaissance, la solution semble admissible dès lors qu'elle procède d'un accord des parties sur ce qui est regardé comme équivalent et qu'elle permet de les replacer dans la situation patrimoniale antérieure à l'exécution induite du contrat. Rappelons que les dispositions sur les restitutions doivent pouvoir être regardées comme supplétives de volonté²¹⁸³, comme l'ensemble des dispositions²¹⁸⁴ issues de la réforme de 2016, à condition de respecter les normes impératives qui pourraient s'y appliquer²¹⁸⁴ – et de ne pas priver les sanctions, en conséquence desquelles les restitutions interviennent, de leur portée. Or, la restitution par équivalent en cryptomonnaie pourrait permettre justement aux parties de s'accorder sur une restitution permettant de les placer dans le *statu quo ante*, sans s'embarasser des difficultés liées à la conversion en monnaie *fiat* et de la fluctuation des cours.

Dans ce cas, toute restitution en valeur serait possible de façon informatizable, en codant le smart contract de restitution afin de transférer au *solvens* un montant convenu dans une cryptomonnaie donnée, regardé comme l'équivalent de la prestation effectuée ou de l'actif numérique transféré. Il est alors envisageable pour les parties à un contrat informatizable, ou à un contrat exécuté par un smart contract, d'introduire une stipulation en ce sens dans leur convention de recours au smart contract :

En cas d'anéantissement de leur contrat, ou en cas de toute autre cause de restitution qui pourrait survenir, les parties s'engagent à procéder à la restitution demandée par le déploiement d'un smart contract de restitution sur la blockchain [x].

Toute restitution aura lieu en [cryptomonnaie désignée].

En l'absence d'accord des parties sur la valeur de la restitution à effectuer, elles s'engagent à recourir à un expert indépendant pour fixer le montant de la restitution.

²¹⁸³ V., *Ibid.*, p. 917 : « à supposer que les solutions retenues ne satisfassent pas la pratique, il sera toujours envisageable de les aménager conventionnellement. Conformément à la déclaration de principe qui accompagne la réforme, on doit partir du principe que le chapitre V est supplétif de volonté » ; et dans le même sens, M. MEKKI, « L'ordonnance n° 2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations », *D.*, 2016, n° 27.

²¹⁸⁴ V. C. PERES, « Règles impératives et supplétives dans le nouveau droit des contrats », *op. cit.*, spéc. p. 180, soulignant que le principe de supplétivité des règles issues de la réforme de 2016 doit être sérieusement nuancé, notamment lorsque « la volonté individuelle n'a pas le pouvoir de faire librement obstacle à la loi ». L'on retiendra qu'il est possible de regarder les règles relatives aux restitutions comme supplétives de volonté, dès lors qu'elles ne contreviennent pas à la loi. D'autres commentateurs sont également dubitatifs quant à une supplétivité de principe : v. en particulier pour les restitutions, J. KLEIN, « Les restitutions », *op. cit.*

Cette provision contractuelle permettrait d'éviter le contentieux qui pourrait surgir sur la restitution en valeur en réglant en amont le mode de restitution choisi.

737. Conclusion de la section. Dans tous les cas où l'exécution confiée à un smart contract procèdera d'un contrat classique ou sera rattachée à un contrat hybride, il est fortement recommandé aux parties d'aménager les sanctions de l'inexécution du smart contract, en raison des obstacles variés qui empêchent une application simple des dispositions légales, et en premier lieu, l'inflexibilité et la rigidité natives des smart contracts. Cette anticipation dans la programmation informatique est rendue possible par la large supplétivité des règles du droit des contrats. Les parties peuvent commencer par adapter les modalités des sanctions légales, par exemple en supprimant l'exigence d'une mise en demeure, éventuellement en la remplaçant par une simple notification par voie électronique, ou encore insérer des clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité afin de prévoir les modalités (ou le principe) de la réparation en cas de dysfonctionnement du smart contract. Allant plus loin, l'anticipation permettra d'insérer dans le code informatique la traduction des clauses de sanctions classiques : clause résolutoire avec une fonction « *selfdestruct* », clause pénale, éventuelle clause de réduction du prix. Au-delà des aménagements conventionnels, il est proposé d'établir la responsabilité de chaque partie pour assurer le bon fonctionnement du smart contract, ou de la partie proposant le contrat informatisable d'adhésion.

Les parties devront s'interroger sur l'opportunité de ces insertions informatiques, eu égard au travail important d'adaptation qu'elles nécessitent, tant juridiquement qu'informatiquement. Parfois, l'adaptation ne sera pas de mise, car la logique du smart contract admet intrinsèquement certaines sanctions, comme l'exception d'inexécution, ou au contraire les rejette lorsqu'elles sont trop complexes à mettre en œuvre dans un smart contract, comme pour l'exécution forcée en nature.

Souvent les parties se trouveront malgré tout dans une situation donnant lieu à restitution, du fait de l'accroissement observé du déplacement du contentieux *ex ante* vers le contentieux *ex post*. Qu'elles y procèdent volontairement ou que la restitution soit ordonnée par le juge, des solutions informatiques sont indispensables pour que la restitution puisse être effectuée par smart contract. Les parties peuvent anticiper une clause de restitution informatisable ; à défaut, elles devront déployer un nouveau smart contract de restitution procédant à la transaction inverse nécessaire ou bien procéder à des restitutions en valeur dans le monde extérieur à la blockchain – voire prévoir conventionnellement des restitutions en valeur en crypto-actifs ! Dans tous ces cas, faute d'exécution volontaire, une injonction du juge assortie d'une astreinte obligera le débiteur de l'obligation de restitution à s'y plier. Évidemment, tout contentieux de l'inexécution ou des restitutions n'est possible que si

l'identité des parties est connue, et les purs smart contracts risquent souvent d'y échapper – pour ceux-là, la justice des pairs reste toujours un recours envisageable sur la blockchain²¹⁸⁵, où les sanctions pourront s'appliquer automatiquement grâce à un smart contract d'arbitrage²¹⁸⁶.

738. Conclusion du chapitre. L'inexécution du contrat exécuté par un smart contract est loin d'être un mirage, mais elle procédera rarement des mêmes causes que pour l'inexécution classique des contrats. L'informatique et les intermédiaires se mêlant de l'exécution, en principe irrésistible, les parties pourront se retrouver face à un smart contract bloqué, ou inexécuté à tort, ou encore exécuté alors que la loi ou la volonté des parties imposaient ne pas s'exécuter. Les règles de droit positif peuvent sans problème saisir ces cas d'exécution indue et d'inexécution, d'autant qu'elles sont souvent supplétives de volonté et que les parties peuvent alors prévoir des clauses facilitant la mise en œuvre de ces sanctions. De plus, le recul du juge dans les sanctions de l'inexécution, amorcé par la réforme de 2016, favorise cette automatisation smart contractuelle. L'adaptation réside davantage au stade de l'efficacité des sanctions, puisque le juge ne peut guère intervenir sur un smart contract immuable et d'exécution automatique, et ne pourra user que d'injonctions à l'égard des parties. Une anticipation mesurée de la traduction informatique des sanctions de l'inexécution et des restitutions permettra d'assurer un recours aux smart contracts respectueux des droits des parties.

Enfin, l'insertion de règles de responsabilité en droit positif, ou à tout le moins dans la convention des parties, semble indispensable pour inciter les parties à vérifier leurs smart contracts et éviter des dysfonctionnements, sources d'inexécution difficile à résoudre.

²¹⁸⁵ Pour l'arbitrage sur la blockchain, v. *supra*, §20.

²¹⁸⁶ Telle est la solution proposée par Kleros (W. A. KAAL et C. CALCATERRA, « Crypto Transaction Dispute Resolution », 2017 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=2992962>) ; K. M. KREIS FALCO, « Smart Contracts and Dispute Resolution – A Chance to Raise Efficiency? », 2019, *op. cit.*).

CONCLUSION DU TITRE II

739. Le smart contract est un outil d'exécution particulièrement efficace pour les contrats, dès lors qu'il est utilisé pour automatiser l'exécution d'obligations informatisables et de sanctions. La limite réside dans le champ d'application des smart contracts déployés sur une blockchain : dans tous les cas, le smart contract ne pourra exécuter automatiquement que des actions dans le monde numérique et transférer des actifs numériques, et non des euros ou toute obligation relevant d'une intervention humaine... ce qui empêche également toute intervention judiciaire.

Tout ce qui est automatisable, comme les modalités ou la circulation des obligations, pourra être facilement mis en œuvre par le smart contract et cet outil pourra être qualifié de paiement en ce qu'il permet d'exécuter conformément une obligation. Le smart contract assure ainsi une exécution parfaite des prévisions des parties. Dans le même temps, le paiement initial permettra souvent de conclure le contrat informatisable : l'on mesure combien les smart contracts qualifiés à la fois de contrat et de paiement accentuent le constat à l'ère numérique d'une modification de l'expression de la volonté de conclure le contrat, pouvant s'exprimer par le paiement de la contrepartie attendue. Cette double qualification résulte de la réunion au sein d'un même *instrumentum* informatique du *negotium* et de l'exécution des obligations informatisables.

En revanche, lorsque l'intervention humaine – voire judiciaire – devient nécessaire ou apporte des changements, des correctifs, de la souplesse, la mécanique s'enraye. Les parties risquent de se retrouver face à un smart contract exécuté indument. Les erreurs de programmation peuvent à l'inverse conduire les parties dans l'impasse. C'est pourquoi il est essentiel d'anticiper juridiquement et informatiquement dans les clauses du contrat et les fonctions du code informatique des façons d'arrêter le smart contract ou de le modifier, pour que cet outil ne soit pas imperméable au droit et puisse devenir, dans le champ d'application informatisable, un véritable atout au service des parties au contrat.

CONCLUSION DE LA SECONDE PARTIE

740. L'étude des règles applicables aux smart contracts a été riche en enseignements. De manière générale, il est clairement apparu ce qui était pressenti dès la première partie de cette étude : l'inflexibilité intrinsèque des smart contracts rentre en opposition avec la souplesse qu'offre le droit des contrats. Les smart contracts favorisent un respect des prévisions des parties, une force obligatoire du contrat tel qu'il a été rédigé et programmé, sans qu'aucun imprévu, aucune injonction, aucune volonté ne puisse en faire varier le cours, à l'inverse du droit des contrats qui offre des correctifs, des possibilités de modification, des sanctions qui atteignent le contrat au cours de sa vie. En conséquence, un déplacement du contentieux risque de s'accroître, d'une situation *ex ante* vers une situation *ex post*, où un contrat vicié a déjà été exécuté.

Pour tenter une conciliation de deux mondes *a priori* incompatibles, l'anticipation est clé. Ainsi, avec les smart contracts, le contrat est plus que jamais « acte de prévision »²¹⁸⁷. Sans chercher à prévoir tous les événements susceptibles de ponctuer la vie du smart contract, des fonctions informatiques peuvent être programmées pour amener l'immuabilité et l'irrésistibilité du smart contract. En particulier, il est essentiel de faire figurer dans tout smart contract utilisé au service des contrats, deux fonctions : une fonction d'arrêt définitif du smart contract (*selfdestruct*), permettant la prise en compte de l'anéantissement décidé par les parties ou prononcé ou constaté par le juge, et d'en programmer les conséquences ; et une fonction donnant aux parties un accès modificatif au smart contract, afin de permettre de transmettre, par le biais d'un nouveau smart contract, de nouvelles instructions lorsqu'elles sont rendues nécessaires par les incidents que peuvent connaître les contrats.

Formidable et redoutable outil d'exécution des contrats, les smart contracts peuvent également servir très efficacement la formation même du contrat, sous sa forme informatisable, en permettant une rencontre des volontés matérialisée par la signature cryptographique des parties. Le contrat informatisable devra être modelé de façon à respecter les exigences impératives du droit positif, et pourra parfois même être un outil au service de la loi. Mieux, il pourrait intégrer un mode dynamique de respect du formalisme informatif propre aux contrats de consommation et aux contrats conclus par voie électronique, afin d'affermir l'expression du consentement souvent dénué d'épaisseur à l'ère numérique. Il est également proposé de recourir à des agents informatisés comme représentant du contractant, véhiculant la volonté de ce dernier afin de conclure un contrat informatisable le plus équilibré possible. Si des faiblesses

²¹⁸⁷ H. LECUYER, « Le contrat, acte de prévision », *op. cit.*

se sont présentées en matière de preuve, il pourrait y être remédié par une modification du règlement e-IDAS ou des textes français afin de prendre en compte la fiabilité de la signature sur une blockchain répondant à certains critères. Le seul point d'ombre au tableau du contrat informatisable réside dans le pseudonymat, surtout propre aux purs smart contracts. Ces figures contractuelles sont insaisissables par le droit, s'échappent lorsque l'on tente de les attraper, faute d'identité des parties permettant une assignation devant le juge. Ultime tentative de sauvetage, l'arbitrage des pairs sur la blockchain pourrait être une solution pour les purs smart contracts, afin de leur permettre à tout le moins de résoudre les éventuels litiges en équité, et en toute efficacité.

Conclusion générale

741. L'étude des smart contracts au service d'une utilisation contractuelle. L'étude des smart contracts a révélé que les smart contracts pouvaient relever d'utilisations très diversifiées. L'objet de l'étude était alors de vérifier dans quelle mesure il est possible d'utiliser les smart contracts au service des contrats.

Des obstacles à cette utilisation, liés aux spécificités des smart contracts et de la blockchain sont apparus, sans pour autant être dirimants. Ainsi en est-il par exemple de l'inflexibilité et de l'inintelligibilité du code informatique, de l'immutabilité de l'inscription du smart contract sur la blockchain, de la limitation de son champ d'application au monde numérique. En revanche, le pseudonymat propre aux blockchains publiques s'est révélé être un véritable problème, en ce qu'il constitue un obstacle infranchissable pour l'accès effectif au juge. De cette analyse est ressortie la nécessité d'une vigilance des parties pour l'utilisation contractuelle des smart contracts, celle-ci demeurant toutefois possible grâce à des aménagements à mener.

742. Un double emploi possible des smart contracts. Il a ensuite fallu distinguer les smart contracts selon certaines caractéristiques. En particulier, s'est imposé un critère essentiel de distinction : l'existence ou non d'un contrat préalable au smart contract. Une typologie a été proposée afin d'affiner cette distinction, permettant de révéler deux cas simples et un cas complexe. Les cas simples sont à l'opposé : d'une part, *le pur smart contract*, dépourvu de tout entourage juridique ; d'autre part, *le smart contract d'application*, programmé pour l'exécution de certaines clauses d'un contrat préexistant. Le cas complexe est situé entre ces deux hypothèses : il s'agit du *contrat hybride*, alliant des clauses juridiques et un smart contract au sein d'un même ensemble contractuel. L'exemple le plus évocateur est celui de conditions générales qui seraient mises en œuvre par un smart contract, le tout formant un contrat hybride. Mais ces contrats peuvent aussi être conçus à partir de modèles, où la couche juridique et la couche smart contractuelle sont générées corrélativement.

Cette typologie a alors permis de procéder à une qualification des smart contracts. Peuvent ainsi être qualifiés de véritables contrats tous les smart contracts susceptibles d'être porteurs d'un accord de volontés, manifesté cryptographiquement, le plus souvent par un paiement envoyé au smart contract, aux fins de produire des effets de droit recherchés, sans se limiter aux seules obligations. De cette observation a émergé une notion nouvelle, celle de *contrat informatisable*, défini comme un « contrat en tout ou partie rédigé en code informatique et exécutable informatiquement ». Cette définition, technologiquement neutre, désigne dans

notre étude les purs smart contracts pouvant être qualifiés de contrats, les smart contracts d'application d'un contrat cadre et les contrats hybrides.

Ainsi, les smart contracts peuvent être soit une simple modalité d'exécution de certaines clauses d'un contrat préexistant, soit un véritable contrat à part entière. Dans ce second cas, le contrat, appelé informatisable, réunit dans un support numérique unique tant le *negotium* que son mode d'exécution, ce qui constitue une véritable innovation : l'instrument est alors à la fois qualifié de contrat et de paiement, lorsque les obligations informatisables qu'il contient sont exécutées conformément à ce qui était prévu. Ce double emploi possible des smart contracts n'est pas sans conséquence du point de vue de régime, ce que l'analyse a cherché à démontrer.

743. L'adaptation des règles de droit positif aux smart contracts. En confrontant ces nouvelles figures contractuelles et cette fonction d'exécution des clauses d'un contrat au droit positif, des nécessités d'adaptation sont apparues. Si le plus souvent, des aménagements conventionnels peuvent suffire²¹⁸⁸, avec leur traduction informatique le cas échéant²¹⁸⁹, quelques propositions ont été formulées pour préciser les spécificités de régime des contrats informatisables²¹⁹⁰. Ainsi en est-il en matière de preuve du contrat comme de la preuve du paiement, de fixation du moment de la conclusion du contrat informatisable, ou encore de responsabilité des parties en cas de dysfonctionnement du smart contract, de mode d'expression de la volonté et de recours aux agents contractuels informatisés comme représentants des parties.

Il ressort principalement de l'étude que, en matière de smart contracts, l'anticipation est clé. Seules les fonctions informatiques programmées *ab initio* permettent éventuellement de prendre en compte des modifications apportées au contrat, ou son anéantissement décidé par les parties ou par le juge. À défaut d'anticipation, le smart contract, une fois déployé, échappe à toute intervention humaine, et *a fortiori*, judiciaire. Cette caractéristique a pour conséquence un déplacement du contentieux *ex post*, une fois l'exécution achevée ou l'inexécution avérée. Les restitutions pourraient alors avoir une place importante dans ce contentieux, afin de replacer les parties dans l'état *ex ante*, avant l'exécution malencontreuse ou illicite du smart contract le cas échéant. Là encore, un aménagement conventionnel permettrait de faciliter les restitutions en valeur, si les parties s'accordent à regarder comme équivalent une restitution en cryptomonnaie et non en monnaie légale.

²¹⁸⁸ V. Annexe 3 – Proposition de rédaction d'une convention de recours au smart contract.

²¹⁸⁹ V. Annexe 1 – Liste des aménagements informatiques recommandés.

²¹⁹⁰ V. Annexe 2 – Liste des propositions d'aménagement du régime des contrats informatisables.

744. L'impossible remplacement du droit des contrats par les smart contracts. Le droit conserve donc son double rôle préventif et curatif, les smart contracts ne pouvant s'y substituer²¹⁹¹. En effet, la fonction préventive du droit reste entière, malgré l'anticipation qui peut prendre place dans les smart contracts : par exemple, les règles de validité du contrat, règles juridiques permettant de contrôler *a priori* le contrat, ne peuvent être remplacées par les règles informatiques de fonctionnement de la blockchain et des smart contracts. Rien ni personne ne peut vérifier l'identité des contractants, l'existence d'un contenu licite et certain, l'intégrité du consentement²¹⁹². Les smart contracts peuvent certes poser un cadre normatif de fonctionnement informatique, qui se veut parfois particulièrement autonome lorsqu'il s'agit d'un pur smart contract²¹⁹³. Mais ce cadre ne peut substituer aux conditions de validité classiques des contrats. De plus, la violation d'une règle de prévention se traduira nécessairement par un recours au juge pour appliquer le droit des contrats²¹⁹⁴. Ce contentieux a donc vocation à persister. Il faut toutefois exclure du contentieux le cas des purs smart contracts où l'identité des parties ne peut pas être retrouvée²¹⁹⁵.

Tout au plus, les smart contracts permettront-ils de réduire le contentieux de l'inexécution contractuelle²¹⁹⁶, grâce à l'exécution automatique des smart contracts qui chasse l'erreur ou la mauvaise foi humaine au stade de l'exécution. L'utilisation des smart contracts aura davantage pour effet de déplacer le contentieux contractuel vers le contentieux de l'exécution trop rapide, non conforme ou induue – celle qui n'aurait pas dû avoir lieu, par exemple en raison d'un changement de circonstances ou d'un désaccord des parties sur la condition à remplir²¹⁹⁷. Il a été montré que le contentieux résidera davantage dans l'épineuse question des restitutions et du retour au statut *ex ante*. Le droit des contrats conserve ici tout son rôle à jouer.

²¹⁹¹ Certains auteurs ont pu affirmer que les smart contracts supplantent la fonction préventive du droit des contrats, puisqu'ils assurent en principe l'exécution irrésistible et donc l'impossibilité de l'inexécution (K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 352-353.) Ils rendraient alors le recours au juge inutile, en l'absence de cas d'inexécution d'une obligation contractuelle. L'avantage serait de se soustraire à l'arbitraire du juge (James Grimmelman analyse cette question, qui est surtout caractéristique des systèmes anglo-saxons où les juges sont élus : J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 5).

²¹⁹² V. aussi en ce sens, K. WERBACH, « Trust, but Verify: Why the Blockchain Needs the Law », *Berkeley Technology Law Journal*, vol. 33, p. 489-552.

²¹⁹³ Cette autonomie fait écho à celle, en pratique, des contrats d'affaires qui ont tendance à multiplier les stipulations contractuelles pour anticiper autant que possible l'avenir du contrat, tout en soustrayant ces contrats au contrôle du juge, par l'insertion de clauses compromissaires. V. sur le sujet, R. LIBCHABER, *Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires*, *op. cit.*, n° 64 s.

²¹⁹⁴ Sur la permanence du besoin de recourir au droit des contrats pour obtenir une sanction ou une réparation, v. également C. PONCIBO et L. A. DIMATTEO, « Quandary of Smart Contracts and Remedies », *op. cit.*

²¹⁹⁵ V. *supra*, §679-680

²¹⁹⁶ V. dans le même sens, K. WERBACH et N. CORNELL, « Contracts Ex Machina », *op. cit.*, p. 363.

²¹⁹⁷ Ou encore le contentieux de la preuve par blockchain. Sur ces déplacements du contentieux, v. également, *Les enjeux des blockchains*, *op. cit.*, p. 100 ; *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, *op. cit.*, p. 7.

Enfin, la fonction de réparation du droit des contrats reste intacte. Les smart contracts ne sauraient se substituer au droit et au juge, dès lors qu'ils ne peuvent proposer de mesures correctrices, postérieures à l'exécution²¹⁹⁸ et non programmées en amont. Il faut bien recourir au juge pour poursuivre l'auteur d'un dommage²¹⁹⁹ ou résoudre tout autre litige non prévu dans le code informatique. La fonction de réparation du droit des contrats ne peut donc pas être remplie par les smart contracts, pas plus que sa fonction préventive. Reste à voir alors la place que pourraient occuper les smart contracts à l'avenir.

745. Quelle utilisation contractuelle des smart contracts à l'avenir ? Pour conclure, on peut s'interroger sur la place à accorder à l'avenir aux smart contracts dans la sphère contractuelle, en ayant à l'esprit les limites exposées.

Le rejet des purs smart contracts s'impose, puisqu'ils conduisent à des utilisations se soustrayant à l'emprise du droit – des ordres normatifs autonomes informatiques, d'une certaine manière. Toute relation contractuelle recherchant un accès effectif au juge afin d'assurer en tout état de cause la protection des droits des parties doit donc refuser le recours à un pur smart contract. En tout état de cause, ces purs smart contracts nécessitent une maîtrise particulièrement poussée du langage informatique utilisé, inintelligible pour toute personne non initiée ; ils sont par ailleurs proposés par des canaux particuliers de connaisseurs, souvent directement sur la blockchain concernée, et ne sont donc pas facilement accessibles. Ils semblent relever d'une véritable technicité et ne peuvent être conclus par inadvertance.

À l'inverse, les contrats hybrides présentent une véritable sécurité juridique lorsque les parties sont identifiées ; à cette sécurité s'ajoute l'efficacité informatique des smart contracts. Ils pourraient être utilisés dans plusieurs scénarios.

D'une part, le *prêt-à-contracter* : des contrats de masse hybrides, composés de conditions générales incorporées au smart contract par référence. Le développement de modèles et de standards est recommandé dès à présent, afin de favoriser des contrats hybrides protégeant les droits des parties faibles et intégrant un mode raffermi et modernisé de l'expression de la volonté. Cette réflexion rejoint celle qui est menée progressivement autour des plateformes de réseaux sociaux et des géants du commerce en ligne, afin de replacer l'utilisateur au centre de la relation contractuelle. Il n'est donc pas illusoire de songer à une utilisation des contrats informatibles hybrides dans un futur proche par tout un chacun, pour améliorer le commerce en ligne, voire des prestations de services numériques, tant dans l'exécution des prestations

²¹⁹⁸ K. E. C. LEVY, « Book-Smart, Not Street-Smart », *op. cit.*, p. 4 : “*self-executing technologies like these focus on preventive security measures, ex ante, at the expense of corrective ones, ex post*”. (Nous traduisons : les technologies auto-exécutantes comme celles-ci se concentrent sur les mesures de sécurité préventives, *ex ante*, au détriment des mesures correctives, *ex post*.)

²¹⁹⁹ *Id.* ; J. GRIMMELMANN, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *op. cit.*, p. 4.

principales que pour le respect des stipulations accessoires et en particulier grâce à l'exécution automatique des clauses de sanction à l'encontre du professionnel manquant à ses engagements.

D'autre part, le contrat hybride peut être conçu *sur-mesure*, lorsqu'il est négocié entre des parties. Il demandera alors des compétences juridiques et informatiques pointues ainsi qu'un temps important de rédaction, ce qui suppose de lourds coûts. Ceux-ci pourront être amortis pour des contrats aux enjeux financiers importants, où la certitude d'une exécution irrésistible dans le temps est précieuse pour les parties. Les utilisateurs de ces contrats informatisés complexes seront le plus souvent des professionnels, cherchant à améliorer la gestion de contrats de longue durée et souvent relationnels, en prévoyant l'automatisation d'une partie des obligations prévues au contrat.

Entre ces deux hypothèses, on perçoit que la structuration de cas d'usage sur le « Web décentralisé » conduit progressivement à accompagner les smart contracts de documents contractuels, par exemple dans le secteur de la finance décentralisée, ce qui conduit à en faire des contrats hybrides dont on espère le développement progressif, notamment à l'aide de modèles améliorés par la communauté des utilisateurs. Il ne faut pas oublier les cas d'usage qui pourront résulter de l'expansion future des métavers, où les transactions commerciales quotidiennes seront très certainement menées à l'aide de smart contracts – il faut alors pousser à l'insertion d'un cadre juridique adéquat dans ces smart contracts, c'est-à-dire à la formation de contrats hybrides.

Enfin, il est envisageable que les juristes se saisissent d'ores et déjà d'applications raisonnables de smart contracts d'application de certaines clauses de leurs contrats, par exemple en droit des sociétés, pour la mise en œuvre de pactes d'actionnaires ou de paiements de dividendes, comme proposé par un projet de librairie de clauses smart contractuelles²²⁰⁰. Ces utilisations ponctuelles des smart contracts comme simple outil d'exécution de certaines clauses seraient un moyen pour les juristes d'approprier ce nouvel instrument techno-contractuel et de commencer à se former en informatique. Une utilisation des smart contracts dans le secteur de la distribution, en application de contrats-cadre, paraît également envisageable dans un avenir proche, afin de diminuer les coûts en lien avec l'exécution classique de ces contrats.

À l'avenir, le développement de modèles, le recours à des agents informatisés et la formation des juristes en informatique sont autant de facteurs qui pourront contribuer à une adoption massive des smart contracts au service des contrats.

²²⁰⁰ <https://opensmartcontract-front.netlify.app>. V. *supra*, note 841.

Annexes

ANNEXE 1 – LISTE DES AMENAGEMENTS INFORMATIQUES RECOMMANDES 588

**ANNEXE 2 – LISTE DES PROPOSITIONS D’AMENAGEMENT DU REGIME DES CONTRATS
INFORMATISABLES..... 589**

**ANNEXE 3 – PROPOSITION DE REDACTION D’UNE CONVENTION DE RECOURS AU SMART
CONTRACT..... 593**

ANNEXE 4 – LEXIQUE 599

ANNEXE 5 – MODELE DE CONTRAT D’INTERCHANGE (CONVENTION EDI)..... 603

**ANNEXE 6 – CLAUSE PORTANT SUR L’INFORMATION DES SMART CONTRACTS PROPOSEE PAR
LES NOTAIRES 609**

Annexe 1 – Liste des aménagements informatiques recommandés

Il est recommandé que tout smart contract contienne les fonctions informatiques suivantes :

Fonction informatique	Déclenchement	Signification	Rôle en droit des contrats
<i>Selfdestruct</i> Action subséquente : <i>Return to sender</i>	Unilatéral ou multilatéral (préciser les conditions dans la programmation)	Arrêt définitif du smart contract. Il n'est plus possible de communiquer avec le smart contract ou de lui envoyer des transactions. Les actifs stockés à l'adresse du smart contract sont renvoyés à l'émetteur.	Tous les cas d'anéantissement : Résolution, révocation unilatérale ou consensuelle, nullité, caducité, terme ou condition résolutoire, clause résolutoire ; clause de dédit, droit de rétractation. Effet rétroactif grâce à <i>return to sender</i>
<i>Stop (ou pause)</i>	Multilatéral	Arrêt temporaire du smart contract par l'ensemble des parties.	Imprévu, nouvelles circonstances (le temps de renégocier le contrat) ; délai de réflexion ; force majeure (impossibilité temporaire)
Accès modificatif	Multilatéral (recommandé)	Le smart contract initial contient une possibilité de modification par le biais du déploiement d'un smart contract secondaire, ou « smart avenant ». Ce dernier smart contract permet de prendre le relais du premier smart contract.	Avenant Conséquence d'une interprétation du contrat ou d'une condamnation à s'exécuter ou à restituer.

Annexe 2 – Liste des propositions d’aménagement du régime des contrats informatisables

Plusieurs propositions ont été formulées au cours de l’étude afin d’adapter le droit commun aux spécificités des contrats informatisables, quand cela était nécessaire. Elles sont rassemblées dans cette annexe. Il pourrait être intéressant d’insérer l’ensemble de ces dispositions dans le code civil, à la manière de ce qui a été fait pour le contrat conclu par voie électronique, par des sous-sections dédiées au contrat informatisable, au sein des différents chapitres et sections pertinents du code civil – sur la conclusion du contrat, sur la preuve, sur la réparation du préjudice, etc.

Des modalités techniques et pratiques pourraient être ultérieurement précisées par un décret en Conseil d’État, méthode adoptée en matière financière dans le cadre des ordonnances prévoyant le recours à un dispositif d’enregistrement électronique partagé, afin d’assurer une certaine neutralité technologique en adéquation avec les impératifs de sécurité juridique.

- **Adaptation de la règle de la réception de l’offre**

Dans les contrats informatisables, l’acceptation de l’offre est considérée comme parvenue à l’offrant au moment de l’horodatage de la transaction d’acceptation dans le dispositif d’enregistrement électronique partagé utilisé par les parties, conformément aux modalités prévues par décret en Conseil d’État.

Précisions : le décret en Conseil d’État devra prévoir les modalités techniques relatives à l’horodatage et les blockchains reconnues comme dispositif d’enregistrement électronique partagé (DEEP) dans ce contexte, afin d’assurer un horodatage suffisamment fiable et précis (jour et heure), selon l’état des connaissances techniques sur le sujet.

- **Recommandation pour un mode raffermi d’expression de la volonté dans les contrats informatisables d’adhésion**

Dans les contrats informatisables d’adhésion, un mode raffermi d’expression de la volonté doit être adopté afin d’assurer l’existence du consentement réel et sérieux de l’adhérent. Il est exigé, à la charge de celui qui propose le contrat, de vérifier, par un procédé

simple et accessible, la bonne compréhension par l'adhérent des différents droits et obligations, conformément aux modalités prévues par décret en Conseil d'État.

Précisions : le décret en Conseil d'État devra prévoir les modalités pratiques du procédé permettant d'assurer la vérification optimale de la bonne compréhension de la portée de l'accord par l'adhérent, sans multiplier les obligations d'information.

Ce procédé peut prendre la forme d'une liste de cases à cocher, suivant un modèle de questions – réponses à choix multiples.

La sanction réside ici dans l'implémentation de l'impossibilité technique de conclure le contrat informatisable d'adhésion, à défaut d'avoir coché les réponses adéquates.

- **Reconnaissance d'une présomption de fiabilité simple à la signature cryptographique**

La signature cryptographique utilisée sur un dispositif d'enregistrement électronique partagé, répondant à des conditions fixées par décret en Conseil d'État, bénéficie d'une présomption simple de fiabilité, au sens de l'article 1367 alinéa 2 du code civil.

Précisions : le décret en Conseil d'État devra préciser les exigences techniques selon lesquelles une présomption de fiabilité de la signature cryptographique sur blockchain peut être assurée, étant entendu que la fiabilité provient du recours même à la blockchain, dans le cadre des blockchains publiques.

- **Reconnaissance d'une représentation parfaite par l'agent informatisé**

Le représentant peut être un agent informatisé dépourvu de personnalité juridique, conformément aux modalités prévues par décret en Conseil d'État. Dans ce cas, la représentation est nécessairement parfaite et les pouvoirs du représentant sont limités par sa programmation par le représenté.

Tout contrat informatisable conclu par un agent informatisé engage le représenté, et lui seul.

Précisions : le décret en Conseil d'État devra définir l'agent informatisé et préciser son absence d'autonomie, justifiant l'absence de personnalité juridique.

- **Reconnaissance de la preuve du paiement par production d'un extrait de la blockchain**

En présence d'un contrat informatisable, la preuve du paiement d'une obligation informatisable est rapportée par référence à l'extrait du dispositif d'enregistrement électronique partagé dans lequel le contrat informatisable a été déployé et exécuté, conformément aux modalités prévues par décret en Conseil d'État.

Précisions : le décret en Conseil d'État devra préciser les caractéristiques techniques du DEEP et les conditions auxquelles une transaction est considérée comme valablement enregistrée, permettant d'affirmer qu'un smart contract s'est bien exécuté.

- **Responsabilité pour dysfonctionnement du smart contract dans un contrat informatisable de gré-à-gré**

Les parties à un contrat informatisable de gré-à-gré sont chacune responsable du bon fonctionnement du smart contract, quant à l'exécution de leurs obligations respectives.

Tout dysfonctionnement du smart contract entraînant l'inexécution d'une obligation informatisable est imputable au débiteur de cette obligation.

- **Responsabilité de plein droit pour dysfonctionnement du smart contract dans un contrat informatisable d'adhésion**

Celui qui propose un contrat informatisable d'adhésion est responsable de plein droit des erreurs de programmation qui pourraient être révélées lors de son exécution.

Il sera tenu de réparer le préjudice en résultant.

Annexe 3 – Proposition de rédaction d’une convention de recours au smart contract

Il a été proposé dans l’étude de mettre en place une convention de recours au smart contract, permettant de prévoir conventionnellement un certain nombre de réponses juridiques pour anticiper les questions susceptibles de se poser lors de l’utilisation d’un smart contract.

La convention de recours à un smart contract peut intégrer un contrat classique choisissant le recours à un smart contract d’application, mais aussi, utilement, un contrat hybride, afin d’assurer que suffisamment de provisions juridiques encadrent l’accord. Cette convention est un ensemble de clauses, qui peut donc s’intégrer dans un contrat, ou constituer la couche contractuelle dans un contrat hybride, avec les autres clauses juridiques nécessaires.

Il est recommandé aux parties de définir dans leur contrat les notions élémentaires. Il est pour cela renvoyé au lexique figurant en Annexe 4.

Les stipulations suivantes pourraient figurer au sein de la convention de recours au smart contract.

Informations à remplir par les parties :

[a] : indiquer l’adresse du smart contract (0x.....).

[b] : désigner la blockchain sur laquelle le smart contract est déployé.

[c] et [d] : viser expressément les obligations informatissables dont l’exécution est confiée au smart contract.

[0x...] : adresse publique correspondante (smart contract, portefeuille d’une partie, etc.)

[x] : indiquer le langage de programmation utilisé (Solidity, ...).

[y] : indiquer le montant forfaitaire de la clause pénale pour chaque obligation informatissable.

[z] : préciser la cryptomonnaie utilisée dans le smart contract.

◆ 1- Recours au smart contract pour l'exécution

1.1. Désignation des obligations informatisables et de leur modalité d'exécution

Les parties conviennent de recourir à un smart contract, déployé à l'adresse [a], sur la blockchain [b], pour exécuter les obligations [c] et [d] prévues au présent contrat (les « obligations informatisables »).

Chaque partie reconnaît que son portefeuille d'actifs numériques est accessible à l'adresse suivante :

[Partie 1] - [0x...]

[Partie 2] - [0x...]

(...)

1.2. Preuve du paiement

La preuve du paiement par le smart contract des obligations [a] et [b] est rapportée par la production de l'extrait de la blockchain [b], indiquant l'exécution complète du smart contract.

1.3. Valeur probante des inscriptions sur la blockchain utilisée

Rédaction au choix :

1^e proposition [le smart contract comme écrit]

Les parties reconnaissent au smart contract contenu dans une transaction régulièrement enregistrée et validée dans un bloc de la blockchain [b] et signé cryptographiquement par chacune des parties la même force probante, à l'égard de l'autre partie, qu'un écrit.

Sauf à en démontrer, d'une manière ou d'une autre, la non intégrité, chaque partie renonce à contester, en tant que moyen de preuve écrit, tout smart contract établi conformément au précédent alinéa.

2^e proposition [le smart contract comme écrit électronique]

Une partie reconnaît la qualité d'écrit électronique, valant preuve, aux données et messages émis par une autre partie sur la blockchain [b] et signé cryptographiquement, comme

s'il s'agissait de données ou messages sur support électronique, et s'interdit de contester leur validité au seul motif de leur enregistrement sur la blockchain [b].

3^e proposition [preuve du smart contract d'application d'un contrat cadre]

Les parties reconnaissent que la preuve des smart contracts d'application passés en application du présent contrat cadre puisse être apportée par tout moyen, en ce compris l'enregistrement du code informatique du smart contract dans un bloc validé de la blockchain [b].

◆ **2- Interprétation**

Dans le cas d'un contrat classique avec smart contract d'application

Le contrat et les documents contractuels complémentaires auxquels il se réfère sont rédigés en langue française et seront interprétés selon cette langue. L'interprétation de cette version du contrat se fera nonobstant toute divergence linguistique pouvant résulter du smart contract d'application du présent contrat, rédigé en langage informatique [x]. La version informatique n'a pas vocation à être interprétée.

Dans le cas d'un contrat hybride

Le présent contrat est rédigé en français et en langage informatique [x], les deux couches contractuelles ayant également vocation à faire foi. Toutefois, en cas de divergence linguistique, préférence sera accordée à l'interprétation fondée sur la version rédigée en français.

◆ **3- Modification du smart contract**

En cas de volonté des parties de modifier leur contrat par voie d'avenant, ou pour toute autre situation nécessitant de modifier le cours du smart contract initial, les parties pourront y procéder par le déploiement d'un smart contract secondaire, en lien avec le smart contract initial, avec apposition de la clé cryptographique de chacune des parties au présent contrat.

◆ 4- Responsabilité et répartition des risques

4.1. Audit du smart contract

Les parties s'engagent à vérifier le bon fonctionnement du smart contract afin de garantir l'exécution des obligations informatisables, par un audit du smart contract auprès de la société [S], avant tout déploiement sur la blockchain [b].

4.2. Responsabilité en cas de dysfonctionnement

Les parties au présent contract sont responsables du bon fonctionnement du smart contract, quant à l'exécution de leurs obligations informatisables respectives. En cas d'inexécution d'une obligation informatisable due à une erreur de programmation du smart contract, le débiteur de cette obligation est réputé auteur du manquement et devra en réparer les conséquences dommageables.

4.3. Exécution alternative

L'auteur du manquement s'engage à proposer, à ses frais, un nouveau smart contract permettant de remédier au dysfonctionnement constaté et de permettre l'exécution de son obligation, dans un délai de quinze (15) jours suivant la notification de l'inexécution par le créancier au débiteur.

En cas de coût excédant un montant fixé à [M] euros, les parties s'engagent à trouver une solution amiable, soit en programmant ensemble un nouveau smart contract, soit en acceptant de recourir à une autre modalité d'exécution, conformément à l'alternative prévue à l'article 6.3 du présent contrat.

◆ 5- Révocation du smart contract

En cas d'anéantissement du contrat pour quelque cause que ce soit, ou en cas d'exercice d'une faculté de résiliation unilatérale du contrat, ou encore avec d'accord commun des parties pour y mettre fin, les parties devront ensemble déclencher la fonction « *selfdestruct* » du smart contract, par l'apposition de leur clé cryptographique respective.

La mise en œuvre de cette fonction entraînera automatiquement le retour des actifs numériques qui étaient stockés à l'adresse publique du smart contract à leur émetteur initial (action « *return to sender* »), dans le cas où ils n'avaient pas encore été transférés à leur destinataire, faute de réception de la contrepartie prévue au présent contrat.

En l'absence d'accord des parties pour déclencher la fonction « *selfdestruct* », toute partie pourra saisir le juge afin de statuer sur la cause d'anéantissement du contrat et sur la nécessité de révocation du smart contract.

◆ 6- Aménagement des sanctions de l'inexécution d'une obligation informatisable

6.1. Exception d'inexécution

Les parties reconnaissent que l'utilisation du smart contract emporte renonciation à la condition de gravité suffisante prévue à l'article 1219 du code civil pour la mise en œuvre de l'exception d'inexécution, dès lors que cette sanction est la conséquence logique et automatique de l'absence de réalisation d'une condition prédéterminée, conformément à la programmation informatique du smart contract.

6.2. Renonciation à l'exécution forcée

Les parties renoncent expressément à demander l'exécution forcée d'une obligation informatisable en cas d'inexécution par le smart contract pour quelque cause que ce soit.

6.3. Mode alternatif d'exécution et clause pénale

Les parties peuvent néanmoins s'entendre sur la désignation d'un autre mode d'exécution des obligations inexécutées, dans un délai de quinze (15) jours suivant la notification de l'inexécution au débiteur.

À défaut d'accord sur un mode alternatif d'exécution des obligations inexécutées, l'inexécution se résoudra par l'allocation de la somme de [y], payable automatiquement dans la cryptomonnaie [z], conformément à la programmation du smart contract en ce sens. Cette clause pénale s'exécutera automatiquement à compter de la notification de l'absence d'accord sur le choix d'un mode alternatif d'exécution, ou, en cas de silence de parties, au terme d'un délai de trente (30) jours à compter de la notification de l'inexécution au débiteur.

◆ 7- Restitutions en cryptomonnaie [z]

En cas d'anéantissement de leur contrat avec effet rétroactif, ou pour toute situation qui pourrait engendrer des restitutions, les parties s'engagent à procéder à la restitution demandée par le déploiement d'un smart contract de restitution sur la blockchain [b], si les restitutions opérées par la mise en œuvre de la fonction de révocation du smart contract, telles que précisées à l'article 4 du présent contrat, ne suffisaient.

Toute restitution aura lieu en application des règles prévues aux articles 1351 et suivants du code civil au sujet des restitutions en valeur. Les parties reconnaissent expressément que toute restitution en valeur s'effectuera en [z], à l'adresse du portefeuille d'actifs numériques de la partie concernée.

En l'absence d'accord des parties sur la valeur de la restitution à effectuer, elles s'engagent à recourir à un expert indépendant pour fixer le montant de la restitution.

◆ 8- Loi applicable

Le présent contrat est régi par le droit français.

◆ 9- Règlement amiable des litiges

En cas de survenance d'un différend relatif au présent contrat, les parties s'engagent, avant toute saisine des juridictions étatiques, à chercher une solution amiable à leur litige.

À défaut de solution amiable trouvée dans un délai de [...] jours, les parties s'engagent à recourir à l'institution de médiation suivante : [...] et à se conformer aux règles de médiation fixées par elle.

En cas d'échec de règlement amiable du conflit, les parties pourront saisir le juge compétent.

◆ 10- Jurisdiction compétente

Les litiges que les parties n'auront pu trancher à l'amiable seront soumis au [tribunal judiciaire]/[tribunal de commerce] de [ville], qui a compétence exclusive pour résoudre les litiges relatifs à l'application du présent contrat.

Annexe 4 – Lexique

- ◆ **ADRESSE (PUBLIQUE)** : identifiant, généralement dérivé d'une clé publique, qui permet d'identifier un utilisateur ou un smart contract sur une blockchain.
- ◆ **BLOC** : les messages relatifs à une transaction sont regroupés par le logiciel en un bloc et un en-tête de bloc leur est attribué. Les blocs peuvent être entièrement publics (vus par tous) ou semi-publics (les participants peuvent voir le bloc et son en-tête mais pas le contenu à moins de détenir une clé cryptographique autorisée). L'en-tête d'un bloc (*header*) dépend de la combinaison des messages inclus dans le bloc. L'en-tête liste les transactions, le moment où la liste a été faite et la référence au *hash* du bloc le plus récent.
- ◆ **BLOCKCHAIN** : protocole de registre distribué formé en réseau pair-à-pair dans lequel tous les participants du réseau, appelés nœuds ou mineurs, détiennent simultanément une copie du registre et décident de valider par consensus l'ajout de nouvelles transactions à la base de données structurée en chaîne de blocs d'informations, les blocs étant reliés les uns aux autres par un chaînage cryptographique
- ◆ **BLOCKCHAIN DE CONSORTIUM OU HYBRIDE** : protocole blockchain dans lequel plusieurs entités contrôlent le réseau et en déterminent les règles de gouvernance et les droits d'accès, qui peuvent varier selon les acteurs et selon les utilisations.
- ◆ **BLOCKCHAIN PRIVEE (PERMISSIONED BLOCKCHAIN)** : protocole blockchain dans lequel l'accès et l'utilisation du réseau sont réservés, sur la base d'une autorisation, à certains acteurs, et où la validation des transactions est réalisée par un nombre limité de nœuds.
- ◆ **BLOCKCHAIN PUBLIQUE (PERMISSIONLESS BLOCKCHAIN)** : protocole blockchain ouvert et accessible à tous, en lecture et en écriture, sans permission nécessaire, et donc le logiciel est en libre accès (*open source*).
- ◆ **CHAINAGE** : l'en-tête de bloc d'un nouveau bloc contient toujours le *hash* du précédent bloc dans la chaîne. Il y a ainsi une chaîne continue de blocs (une blockchain) dans le temps.
- ◆ **CLE PRIVEE** : dans la cryptographie asymétrique, clé connue seulement de son propriétaire, lui permettant de signer ses messages et de déchiffrer des messages chiffrés par un tiers à l'aide de sa clé publique.
- ◆ **CLE PUBLIQUE** : dans la cryptographie asymétrique, clé connue de tous et permettant à un tiers de chiffrer un message, qui ne sera déchiffrable que par le détenteur de la clé privée, ou de vérifier la signature d'un message émis par le détenteur de la clé privée.

- ◆ **CODE SOURCE** : langage de programmation dit de « haut niveau » permettant de rédiger le code du programme informatique, avant sa conversion en langage de « bas niveau » ou code machine, exécutable par l'ordinateur.
- ◆ **CONSENSUS** : ensemble des règles applicables à la communauté des utilisateurs du réseau pair-à-pair distribué afin de se mettre d'accord sur la mise à jour du registre. Le protocole prévoit comment chaque nœud doit traiter les transactions et à quelles conditions les nœuds doivent accepter ou rejeter le traitement fait par les autres participants. Le but est de parvenir à un consensus (souvent supérieur à 50%) entre tous les participants s'agissant du contenu du registre de transactions à un moment donné.
- ◆ **CRYPTOGRAPHIE ASYMETRIQUE** : technique permettant d'établir une communication secrète entre deux personnes sans établissement de secret préalable, à l'aide d'une clé privée et d'une clé publique formant une paire unique.
- ◆ **DEPLOIEMENT** : action d'envoyer sur la blockchain une transaction contenant le code informatique compilé (code de bas niveau ou bytecode) du smart contract.
- ◆ **DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY (DLT)** : technologie de registre distribué. V. *Registre distribué*. La blockchain est un type de *DLT*.
- ◆ **DONNEE ON-CHAIN** : information vérifiable au sein d'une blockchain (écoulement du temps, transactions opérées sur la blockchain considérée).
- ◆ **DONNEE OFF-CHAIN** : information non vérifiable au sein d'une blockchain, mais dans le monde extérieur.
- ◆ **EMPREINTE CRYPTOGRAPHIQUE (OU NUMERIQUE)** : v. *Hash*.
- ◆ **FIAT** : adjectif utilisé en opposition à l'écosystème de la blockchain. Une monnaie fiat est une monnaie légale, par opposition à une cryptomonnaie. Le monde fiat est le monde extérieur à la blockchain.
- ◆ **HACHAGE (hashing)** : processus par lequel un ensemble de données numériques est converti en un nombre unique, appelé *hash*. L'en-tête de chaque bloc est « haché » pour être ensuite intégré dans le bloc suivant.
- ◆ **HASH (EMPREINTE)** : Nombre unique obtenu à l'aide d'un calcul cryptographique (fonction de hachage), qui représente une empreinte cryptographique des données source ; il n'est pas possible de retrouver les données source à partir de ce *hash*.
- ◆ **HORODATAGE (time stamp)** : permet d'inscrire le moment dans le temps où la liste des messages d'un bloc a été créée dans un en-tête de bloc.
- ◆ **INITIAL COIN OFFERINGS (ICO)** : levées de fonds en cryptomonnaie par l'émission d'actifs numériques, appelés jetons ou « *tokens* », visant à financer des projets fonctionnant sur des blockchains ou le développement de nouvelles blockchains.

- ◆ **JETON (*TOKEN*)** : actif numérique émis et échangeable sur une blockchain, qui peut être créé par tout internaute, personnalisé par son créateur et transféré entre deux parties en pair-à-pair. Un token peut être fongible ou non fongible (*NFT*), avoir une utilité intrinsèque ou représenter numériquement la valeur d'un bien ou d'un droit en dehors de la blockchain.
- ◆ **MESSAGE** : un message est l'envoi de données (le plus souvent une transaction) aux nœuds du réseau dans le but d'obtenir l'authentification et la vérification du message par la cryptographie et le consensus des nœuds du réseau, afin qu'il devienne une transaction enregistrée. Les messages peuvent agir comme des entrées ou des sorties de programmes informatiques, voire contenir eux-mêmes des lignes de code. Ils peuvent également avoir un contenu crypté ou se référer à un contenu crypté stocké à une autre adresse.
- ◆ **MINEUR** : Un mineur (ou nœud) est un utilisateur de la blockchain qui valide les transactions par le processus de minage. Un mineur peut utiliser un poste individuel ou être une véritable entreprise regroupant des centaines d'unités de calcul pour miner dans des fermes de minage. Les mineurs sont souvent organisés au sein de « pools » de mineurs. Terme utilisé pour faire écho aux chercheurs d'or qui travaillaient et dépensaient de l'énergie pour extraire des pépites d'or dans les mines du Far West américain ; à leur image, les mineurs de la blockchain Bitcoin travaillent pour obtenir des bitcoins.
- ◆ **NŒUD** : utilisateur connecté aux autres nœuds du réseau et jouant un rôle dans le fonctionnement normal du registre, conformément au consensus. Un nœud peut envoyer des nouvelles transactions, relayer des transactions et valider (ou miner) des blocs.
- ◆ **NON-FUNGIBLE TOKEN (NFT)** : jeton non fongible, c'est-à-dire unique et non interchangeable. Il peut être lui-même un actif numérique ou représenter numériquement la valeur d'un actif corporel ou incorporel extérieur à la blockchain.
- ◆ **ORACLE** : entité chargée de vérifier et certifier les informations extérieures à la blockchain (donnée off-chain) nécessaires à l'exécution d'un smart contract. Il peut s'agir d'une personne physique, d'un logiciel, ou encore d'un consensus d'utilisateurs.
- ◆ **PREUVE D'ENJEU (*PROOF OF STAKE*)** : mécanisme de consensus de validation peu énergivore, selon lequel tout nœud détenant une certaine quantité d'unités de cryptomonnaie peut valider un bloc. La probabilité de pouvoir valider un bloc est proportionnelle à la quantité de cryptomonnaie détenue.
- ◆ **PREUVE DE TRAVAIL (*PROOF OF WORK*)** : mécanisme de consensus de validation énergivore selon lequel un calcul cryptographique est nécessaire à la validation d'un bloc. Le premier nœud validateur (appelé mineur) à résoudre le calcul cryptographique sera récompensé en cryptomonnaie.
- ◆ **REGISTRE DISTRIBUE** : registre de transactions, distribué entre les serveurs du réseau. Chacun des serveurs détient une copie identique.

- ◆ **RESEAU PAIR-A-PAIR (PEER-TO-PEER OU P2P)** : réseau permettant l'échange direct de données entre ordinateurs reliés à internet, sans passer par un serveur central, où tous les ordinateurs sont à la fois client et serveur, c'est-à-dire qu'ils distribuent et reçoivent les données.
- ◆ **SMART CONTRACT** : programme informatique autonome qui exécute automatiquement des actions programmées selon un protocole de logique conditionnelle booléenne (si ... alors...), pouvant être déployé sur une blockchain.
- ◆ **TOKEN** : v. *jeton*.
- ◆ **TRANSACTION** : opération sur une blockchain permettant de procéder à un transfert d'actif numérique ou toute autre opération d'une adresse à une autre.

Annexe 5 – Modèle de contrat d’interchange (Convention EDI)

Ci-dessous figure la reproduction de l’Annexe 1 « Contrat d’Interchange » de l’ouvrage de **PIETTE-COUDOL T.** et **BENSOUSSAN A.**, *L’échange de données informatisé et le droit*, Hermès, coll. « Memento-guide Alain Bensoussan », 1991 (pp 139-145).

Annexe 1

CONTRAT D'INTERCHANGE

1. PRÉAMBULE

Les deux parties conviennent que l'échange de données informatisé constitue l'un des éléments de communication entre les deux entreprises (ou entre les entreprises du groupement).

Les deux parties reconnaissent avoir échangé les informations et les conseils permettant de prendre la mesure technique et juridique des conséquences du recours de l'échange de données informatisé entre elles.

En conséquence, ces deux parties considèrent disposer de la compétence nécessaire pour mesurer les conséquences du recours à l'EDI.

Après une phase de négociation, les parties se sont rapprochées sur les bases suivantes.

2. OBJET

Le présent contrat a pour objet de définir les conditions techniques et juridiques d'échange de données informatisé entre les parties, afin de remplacer les documents papier, dans le cadre de leurs relations commerciales, par des messages et des documents EDL

Le recours aux documents papier a un caractère exceptionnel entre les parties.

3. DÉFINITIONS

EDI : Tout transfert de message structuré ou normalisé de système informatique à système informatique.

Message EDI : Ensemble de données informatiques présentées sous forme de messages structurés selon les normes définies entre les parties, destiné à être transmis.

Normes : Les normes françaises, européennes ou internationales établies par des organismes officiels ou des groupements professionnels adoptées par les parties pour la création et la transmission des messages EDI tels que définis ci-avant.

Identification : procédure par laquelle une des parties fait connaître son identité à l'autre.

Authentification : procédure par laquelle une des parties confirme et valide son identification.

Accusé de réception fonctionnel : message de service généré automatiquement par le service de télécommunications lors de la mise à disposition du message au destinataire et envoyé à l'émetteur.

Émetteur : personne physique réputée autorisée à préparer et à émettre le message EDI.

Destinataire : personne physique réputée autorisée à recevoir le message EDI.

4. DOCUMENTS CONTRACTUELS

La présente convention est formée :

- du présent protocole,

- des annexes techniques,
- des règles UNCID.

En cas de contradiction entre les différents documents, le document (le niveau supérieur prévaudra pour l'obligation en cause.

5. SYSTÈME INFORMATIQUE ET SUPPORT TÉLÉMATIQUE

Les parties ont la charge de vérifier le bon fonctionnement général de leur système comme son aptitude technique à assurer l'EDI. Ils équipent leur système d'information des équipements matériels et logiciels nécessaires à l'EDI. Ils en assurent la maintenance.

L'échange de données informatisé s'effectue par un recours à un système télématique qui est composé d'un ensemble d'équipements informatiques, de logiciels associés et de réseaux de télécommunications privés ou publics.

Les spécifications techniques de l'échange de données informatisé sont définies à l'annexe 1 "ANNEXE TECHNIQUE".

En cas de modification du système d'échange de données informatisé, les parties conviennent de définir une procédure de modification technique selon le formulaire visé à l'annexe 1 "ANNEXE TECHNIQUE".

Les modifications seront arrêtées d'un commun accord.

6. ÉMISSION ET RÉCEPTION DES MESSAGES EDI

Les messages EDI font l'objet d'une définition entre les parties conformément aux spécifications visées à l'annexe 1 "ANNEXE TECHNIQUE", par référence à un langage de représentation normalisé, et exceptionnellement par des références spécifiques.

L'accusé de réception fonctionnel délivré par chacun des systèmes constitue la preuve que le message est arrivé au système destinataire. Mais l'émetteur du message peut demander une acceptation volontaire du message par son destinataire, soit par l'envoi d'un accusé de réception spécifique au service de télécommunications, soit par l'usage d'un message de confirmation correspondant au message émis.

En cas de non-confirmation selon l'option retenue et le délai prévu à l'annexe 2 "DELAI", l'émetteur considérera que le message d'origine n'est pas parvenu au destinataire et devra réitérer l'opération.

A la suite de la réception du message dans les conditions prévues ci-dessus, le destinataire est réputé avoir reçu personnellement le message. Il devient alors responsable des suites juridiques à lui donner.

7. CONTRÔLE DE CONFORMITÉ

Les parties feront des essais selon un protocole d'essai visé à l'annexe 3 "CONTRÔLE TECHNIQUE".

Le contrôle technique, tel qu'il est défini à l'annexe 3, a pour objet de permettre de vérifier :

- la faisabilité des échanges de données informatisés,
- le respect de l'annexe technique.

Les délais de mise en œuvre du contrôle, ainsi que les modalités de règlement d'éventuelles difficultés, sont définis à l'annexe 1 "annexe technique".

8. DOCUMENTS COMMERCIAUX

Les parties conviennent que les documents commerciaux échangés dans le cadre des messages EDI constituent le cadre normal de leurs relations commerciales, et en conséquence les messages envoyés ont une portée juridique similaire.

Lorsque les textes législatifs et réglementaires permettent de renoncer à la forme de document papier écrit, celui-ci sera, dans le cadre du présent contrat, remplacé par des messages EDI.

9. FACTURE ÉLECTRONIQUE

Dans le cas de l'utilisation d'un message facture, les parties s'engagent à mettre en place la procédure prévue à l'article 47 de la loi de finances rectificative pour 1990.

De manière générale, cette procédure devra être généralisée sur le plan de la technique entre les parties, de telle manière que tous les documents EDI entrent, lorsque c'est possible, dans le cadre technique prévu par la facture électronique fiscale, telle que définie à l'article 47 ci-dessus.

Le comité technique, désigné à l'article 13 des présentes, aura pour objet de définir d'un commun accord les éléments techniques de mise en place en fonction des différents contextes d'échange des données propres aux deux parties.

10. SÉCURITÉ DES MESSAGES EDI

Pour valider des messages EDI porteurs d'effets juridiques, les parties ont fait le choix de services de sécurisation de télécommunications tels que définis à l'annexe 1 "annexe technique".

Ils assurent une identification et une authentification des partenaires à chaque transaction EDI que les parties estiment satisfaisantes.

Cependant, afin de renforcer la sécurité, chacun peut décider de l'emploi du service assurant la signature électronique, quoique tous les documents écrits ne nécessitent pas cette formalité.

11. PREUVE : ADMINISTRATION ET PORTÉE

Les parties conviennent, dans le cadre de leurs relations EDI, que les messages utilisés valent preuve entre elles.

L'administration de la preuve sera effectuée entre les parties conformément au présent contrat.

La portée de la preuve est celle qui est accordée à un original au sens d'un document écrit papier, signé de manière manuscrite.

Pour ce faire, les parties conviennent d'archiver les messages conformément à l'article 12 "CONSERVATION".

12. CONSERVATION

Les messages EDI seront conservés de manière différente suivant leur nature.

Lorsque le message EDI est représentatif d'un document juridique, tel que bon de commande, accusé de réception de commande, facture, les parties conviennent que l'archivage s'effectuera de manière à correspondre à une copie fidèle et durable, conformément à l'article 1348 du Code civil,

Pour tous les autres cas, l'archivage se fera selon la procédure de copie fidèle, mais sur des supports n'entraînant pas une modification irréversible du support.

13. COMITÉ TECHNIQUE

Les parties conviennent de créer un comité technique qui aura pour objet de définir les évolutions techniques de relation des EDI.

Le comité technique sera par ailleurs le centre de toutes les difficultés d'administration de la preuve et aura pour objet de préconiser aux directions générales respectives la mise en œuvre de nouvelles procédures, de manière à développer le recours systématique aux échanges de données informatisés dans une procédure de sécurité technique et juridique la plus adaptée aux relations télématiques existant entre les parties.

Le comité technique se réunira au moins une fois par trimestre à l'initiative de l'une ou l'autre des parties.

Lors de chaque réunion, les parties désigneront l'une d'entre elles pour rédiger le compte rendu.

A défaut de critique dans le délai de huit jours à compter de la réception du compte rendu, celui-ci sera accepté.

Lorsqu'il procédera à un accord sur des éléments techniques, ceux-ci entreront, à défaut de contestation, dans le délai imparti dans ledit compte rendu, comme obligation technique existant entre les parties, et entraîneront la modification du formulaire technique visé à l'annexe 1 "annexe technique".

14. AUTORISATIONS, AGRÈMENTS ET CONTRATS D'ABONNEMENT

Chacune des parties s'engage à disposer de l'ensemble des autorisations et agréments légaux, réglementaires et administratifs correspondant aux échanges de données informatisés.

Chacune des parties fera son affaire des différents contrats d'accès aux services de télécommunications indispensables à l'EDI.

15. AUDIT

Chacune des parties se réserve la possibilité de désigner un auditeur pour examiner les procédures techniques de l'autre partie, en ce qui concerne le respect de l'annexe 1 "ANNEXE TECHNIQUE".

La partie qui désignera l'auditeur prendra en charge les frais.

Le rapport devra être remis par l'auditeur aux deux parties. Il n'est pas possible de faire un audit par partie. Le nombre d'audits pour chacune des parties est limité à un audit par an.

La mission d'audit est limitée au respect de l'annexe 1 "ANNEXE TECHNIQUE".

16. COLLABORATION

Les parties s'engagent à collaborer de manière étroite dans le cadre de la présente convention.

En cas de difficulté avec un tiers concernant un document ayant fait l'objet d'un échange télématique dans le cadre du présent contrat, les parties conviennent de collaborer étroitement, en mettant chacune à la disposition de l'autre l'ensemble des informations permettant d'établir l'existence du document ainsi que sa portée, telle qu'elle est organisée dans la présente.

17. RESPONSABILITÉ

Les deux parties conviennent, dans le cadre de leurs relations, d'être soumises à une obligation de moyens.

18. ASSURANCE

Les parties s'engagent à collaborer pour la recherche d'une assurance commune permettant de couvrir les conséquences dommageables liées à des difficultés relatives à leurs échanges de documents commerciaux dans le cadre du présent contrat EDI.

19. RÉSILIATION

En cas de manquement par l'une des parties aux obligations des présentes, non réparé dans le délai de trente jours à compter de la lettre recommandée avec accusé de réception notifiant les manquements adressée par l'autre partie, cette dernière pourra faire valoir la résiliation du contrat sous réserve de les dommages et intérêts auxquels elle pourrait prétendre, conformément au présent contrat.

20. NULLITÉ

Si une ou plusieurs stipulations du présent contrat sont tenues pour non valides ou déclarées telles en application d'une loi, d'un règlement ou à la suite d'une décision définitive d'une juridiction compétente, les autres stipulations garderont toute leur force et leur portée.

21. TITRES

En cas de difficultés d'interprétation entre l'un quelconque des titres figurant en tête des clauses et l'une quelconque des clauses, les titres seront déclarés inexistantes.

22. PROCÉDURE AMIABLE

En cas de difficultés pour l'application des présentes ou l'un de leurs avenants, les parties décident de se soumettre préalablement à une procédure amiable.

A ce titre, toute partie qui souhaiterait mettre en jeu ladite procédure, et ce préalablement à la saisine d'un tribunal compétent, devra notifier par lettre recommandée avec accusé de réception, en laissant un délai de quinze jours à l'autre partie, une telle volonté.

Les parties désigneront un expert amiable d'un commun accord dans ledit délai de quinze jours. À défaut, compétence expresse est attribuée à Monsieur le président du tribunal de commerce de Paris pour effectuer une telle désignation.

L'expert amiable devra tenter de concilier les parties dans un délai de deux mois à compter de sa saisine.

Il proposera un rapport en vue de concilier les vues de chacune des parties.

En cas de conciliation, les parties s'engagent à signer un accord transactionnel et confidentiel.

L'accord transactionnel précisera de manière expresse si les présentes continueront à s'appliquer.

23. LOI

Le présent contrat est soumis à la loi française.

24. ARBITRAGE

Tous différends découlant du présent contrat seront dénoués par voie d'arbitrage, suivant le règlement d'arbitrage du Centre de conciliation et d'arbitrage des techniques avancées (ATA), auquel les parties déclarent expressément se référer.

25. DOMICILIATION

Les parties élisent domicile à leur siège social, sauf dérogation précisée en annexe.

26. ANNEXES

Le présent contrat est composé des annexes suivantes :

- annexe 1 "ANNEXE TECHNIQUE",
- annexe 2 "DELAIS",
- annexe 3 "CONTRÔLE TECHNIQUE".

Annexe 6 – Clause portant sur l’information des smart contracts proposée par les notaires

Ci-dessous figure la reproduction de la clause proposée par les notaires de la 3^e commission (« Moderniser et encadrer le contrat dans le monde numérique) du 117^e Congrès des Notaires de France (« Le numérique, l’Homme et le droit, Accompagner et sécuriser la révolution digitale)²²⁰¹.

Proposition de rédaction d’une clause portant sur l’information des *smart contracts*

Aux termes de l’article 1112-1 du Code civil, celle des parties qui connaît une information dont l’importance est déterminante pour le consentement de l’autre doit l’en informer dès lors que, légitimement, cette dernière ignore cette information ou fait confiance à son cocontractant. Ont une importance déterminante les informations qui ont un lien direct et nécessaire avec le contenu du contrat ou la qualité des parties.

Les parties déclarent avoir pris connaissance de l’article 1112-1 du Code civil et en avoir compris à la fois le sens et la portée. Il leur est rappelé que si elles ont connaissance d’une information dont elles savent le caractère déterminant pour le cocontractant, elles doivent en informer ce dernier.

Spécialement, les parties reconnaissent avoir pris connaissance de la clause instaurant l’auto-exécution du présent contrat par un protocole informatique mis en place par (***programmeur***) et enregistré sur le dispositif d’enregistrement électronique partagé connu sous le nom de (***nom de la blockchain***). Précision est ici faite que, programmeur choisi d’un commun accord entre les parties, est assuré pour cette activité auprès de sous le numéro de police

Leur attention a été particulièrement attirée sur les caractéristiques de ce protocole informatique, savoir :

- le protocole consiste à traduire (***préciser la clause à automatiser***) sous forme de code informatique. Il est précisé que le langage de programmation choisi est (***solidity, michelson, etc.***) ;
- le code informatique automatise ladite clause de sorte que dès la réunion des conditions fixées, le contrat s’auto-exécute de manière autonome, sans l’intervention des parties ni d’un tiers ;
- le dispositif d’enregistrement électronique partagé sur lequel sera programmé le protocole informatique est une base de données décentralisée et répliquée entre tous ses utilisateurs. L’enregistrement de l’accord traduit sur ce dispositif le rend immuable, transparent et auditable.

En conséquence, les parties reconnaissent avoir été informées que la traduction de leur accord ne pourra en aucun cas être modifié après enregistrement sur (***blockchain choisie***), même d’un commun accord entre elles. L’exécution dommageable pour l’une ou l’autre des parties n’entraînera en aucun cas l’interruption de l’exécution du présent contrat. Aucune des parties ne pourra prétendre à la remise en l’état initial. Le cas échéant, l’exécution dommageable pourra se résoudre en dommages et intérêts.

Dès lors que les conditions suivantes seront remplies, le contrat s’auto-exécutera :

(récapitulatif des conditions objets de la traduction codée).

Au cas où lesdites conditions ne seraient pas réunies à la date du, les présentes seront caduques, sans qu’un délai de paiement ne puisse être accordé.

²²⁰¹ X. RICARD, C. CHAUNU et L. JOSSIER, « Le rôle du notaire dans l’encadrement du smart contract », *op. cit.*

Bibliographie

1. *Traité, manuels, cours et autres ouvrages généraux*
2. *Dictionnaires, encyclopédies et répertoires*
3. *Ouvrages spécialisés sur l'ère numérique et sur la blockchain*
4. *Thèses*
5. *Études, rapports et textes officiels*
6. *Articles de mélanges et d'ouvrages collectifs, actes de colloque*
7. *Articles de doctrine en français*
8. *Articles de doctrine en anglais*
9. *Références non juridiques*

1. *Traité, manuels, cours et autres ouvrages généraux*

ANCEL B. et LEQUETTE Y., *Les grands arrêts de la jurisprudence française de droit international privé*, 5^e éd., Dalloz, coll. « Grands arrêts », 2006.

AYNES L., MALAURIE P. et GAUTIER P.-Y., *Droit des contrats spéciaux*, 10^e éd., LGDJ, 2018.

BACACHE M. et LARROUMET C., *Les obligations, la responsabilité civile extracontractuelle : droit commun et régimes spéciaux*, 4^e éd., Economica, coll. « Corpus. Droit privé », t. 5, 2021.

BENABENT A., *Droit des obligations*, 19^e éd., LGDJ, 2021.

BERGEL J.-L., *Méthodologie juridique : fondamentale et appliquée*, 3^e éd., PUF, 2018.

BUY F., LAMOUREUX M., MESTRE J. et RODA J.-C., *Les principales clauses des contrats d'affaires*, 2^e éd., LGDJ, 2018.

CAPITANT H., TERRE F., LEQUETTE Y. et CHENEDE F., *Les grands arrêts de la jurisprudence civile*, 13^e éd., Dalloz, coll. « Grands arrêts », 2015.

CARBONNIER J.

Droit civil, Les biens, Les obligations, PUF, coll. « Quadrige », 2004.

Droit civil : Introduction, les personnes, la famille, l'enfant, le couple, PUF, coll. « Quadrige », 2004.

Flexible droit. Pour une sociologie du droit sans rigueur, 7^e éd., LGDJ, 1992.

Essais sur les lois, Répertoire du notariat Defrénois, 1979.

CATALA P., *Le droit à l'épreuve du numérique : jus ex machina*, 1^e éd., PUF, coll. « Droit, éthique, société », 1998.

CHENEDE F., *Le nouveau droit des obligations et des contrats : consolidations, innovations, perspectives*, 2^e éd., Dalloz, 2018.

COLLART DUTILLEUL F. et **DELEBECQUE P.**, *Contrats civils et commerciaux*, 11^e éd., Dalloz, coll. « Précis », 2019.

CORNU G.

Linguistique juridique, 3^e éd., Montchrestien, coll. « Domat droit privé », 2005.

Droit civil : introduction, les personnes, les biens, 11^e éd., Montchrestien, coll. « Domat droit privé », 2003.

DESHAYES O., **GENICON T.** et **LAITHIER Y.-M.**, *Réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations : commentaire article par article*, 2^e éd., LexisNexis, 2018.

DOUVILLE T. (dir.), **ALLEAUME C.**, **CHONE-GRIMALDI A.-S.**, **EPSTEIN A.-S.**, **LE BARS T.**, **MAUGER-VIELPEAU L.**, **RAOUL-CORMEIL G.**, **SALVAT O.** et **THIBERGE M.**, *La réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations*, 2^e éd., Gualino, 2018.

DROSS W., *Clausier : dictionnaire des clauses ordinaires et extraordinaires des contrats de droit privé interne*, 4^e éd., LexisNexis, 2020.

FABRE-MAGNAN M., *Droit des obligations. 1- Contrat et engagement unilatéral*, 6^e éd., PUF, coll. « Thémis », 2021.

FAGES B., *Droit des obligations*, 12^e éd., LGDJ, coll. « Manuel », 2022.

FLOUR J., **AUBERT J.-L.** et **SAVAUX E.**, *Les obligations. 1. L'acte juridique*, 17^e éd., Sirey, coll. « S université », 2022.

FLOUR J., **AUBERT J.-L.**, **SAVAUX E.**, **ANDREU L.** et **FORTI V.**, *Les obligations. 3. Le rapport d'obligation*, 10^e éd., Sirey, coll. « S université », 2022.

FRANÇOIS J., *Les obligations, régime général*, 5^e éd., Economica, coll. « Corpus. Droit privé », t. 4, 2020.

GAUDEMET-TALLON H., *Les conventions de Bruxelles et de Lugano*, 2^e éd., LGDJ, 1996.

GENY F., *Science et technique en droit privé positif : nouvelle contribution à la critique de la méthode juridique.*

T. I Première partie. Introduction Position actuelle du problème du droit positif et éléments de sa solution, Paris (France), Sirey, 1914.

T. III, Elaboration technique du droit positif, Sirey, 1921.

GHESTIN J., **LOISEAU G.** et **SERINET Y.-M.**, *Traité de droit civil, La formation du contrat, t. 1 : Le contrat - Le consentement*, 4^e éd., LGDJ, 2013.

HOUTCIEFF D., *Droit des contrats*, 6^e éd., Bruylant, coll. « Paradigme », 2022.

JULIENNE M., *Régime général des obligations*, 4^e éd., LGDJ, 2022.

KIMEL D., *From promise to contract: towards a liberal theory of contract*, Hart, 2003.

KÖTZ H., **FAUVARQUE-COSSON B.**, **SIGNAT S.** et **GALBOIS-LEHALLE D.**, *Droit européen des contrats*, Sirey, coll. « Sirey université », 2019.

LARROUMET C. et **BROS S.**, *Les obligations, le contrat*, 10^e éd., Economica, coll. « Traité de droit civil. Corpus. Droit privé », 2021.

LARROUMET C. et **AYNES A.**, *Introduction à l'étude du droit*, 6^e éd., Economica, coll. « Corpus », 2013.

- LASSERRE V.**, *Le nouvel ordre juridique : le droit de la gouvernance*, LexisNexis, 2015.
- LE DOUARIN N.** et **PUIGELIER C.** (dir.), *Science, éthique et droit*, Jacob, 2007.
- LEFEBVRE J.**, *L'hypothèse du néo-féodalisme : le droit à une nouvelle croisée des chemins*, PUF, 2006.
- LEPELTIER D.** et **BIGUENET-MAUREL C.**, *Responsabilité civile du notaire*, Éditions Francis Lefebvre, coll. « Dossier pratique », 2020.
- LE TOURNEAU P.**, *Contrats du numérique : informatiques et électroniques*, 12^e éd., Dalloz, coll. « Dalloz référence », 2022.
- LE TOURNEAU P.**, **BLOCH C.**, **GUETTIER C.**, **GIUDICELLI A.**, **JULIEN J.**, **KRAJESKI D.** et **POUMAREDE M.**, *Droit de la responsabilité et des contrats régimes d'indemnisation 2021-2022*, Dalloz, coll. « Dalloz Action », 2020.
- LIBCHABER R.**,
Le contrat au XXI^e siècle. L'ingénierie juridique et les nouveaux contrats d'affaires, LGDJ, 2020.
L'ordre juridique et le discours du droit : essai sur les limites de la connaissance du droit, LGDJ, 2013.
- MALAUURIE P.** et **PETERKA N.**, *Droit des personnes : la protection des mineurs et des majeurs*, 12^e éd., LGDJ, coll. « Droit civil », 2022.
- MALAUURIE P.**, **AYNES L.** et **GAUTIER P.-Y.**, *Droit des contrats spéciaux*, 12^e éd., LGDJ, coll. « Droit civil », 2022.
- MALAUURIE P.**, **AYNES L.** et **STOFFEL-MUNCK P.**, *Droit des obligations*, 12^e éd., LGDJ, coll. « Droit civil », 2022.
- MALAUURIE P.** et **MORVAN P.**, *Introduction au droit*, 9^e éd., LGDJ, 2022.
- MALINVAUD P.** et **BALAT N.**, *Introduction à l'étude du droit*, 22^e éd., LexisNexis, coll. « Manuel », 2022.
- MALINVAUD P.**, **MEKKI M.** et **SEUBE J.-S.**, *Droit des obligations*, 16^e éd., LexisNexis, coll. « Manuel », 2021.
- MAZEAUD D.** et **JAMIN C.**, *La nouvelle crise du contrat*, Dalloz, coll. « Thèmes et Commentaires », 2003.
- MAZEAUD H.**, **L.**, et **J.**, et **CHABAS F.**, *Introduction à l'étude du droit*, 12^e éd., Montchrestien, coll. « Leçons de droit civil », T. 1, Vol. 1, 2000.
- MAZEAUD H.**, **L.**, et **J.**, et **CHABAS F.**, *Obligations : théorie générale*, 9^e éd., Montchrestien, coll. « Leçons de droit civil », T. 2, Vol. 1, 1998.
- MAYER P.**, **HEUZE V.** et **REMY B.**, *Droit international privé*, 12^e éd., LGDJ, coll. « Domat droit privé », 2019.
- MCKENDRICK E.**, *Contract law: text, cases, and materials*, 6th ed., Oxford University Press, 2014.
- MOTULSKY H.**, *Principes d'une réalisation méthodique du droit privé : la théorie des éléments générateurs des droits subjectifs*, FRISON-ROCHE M.-A. (éd.), Dalloz, coll. « Bibliothèque Dalloz », 2002.

OPPETIT B., *Droit et modernité*, PUF, coll. « Doctrine juridique », 1998.

O’SULLIVAN J., *O’Sullivan & Hilliard’s The law of contract*, 8th ed., Oxford University Press, coll. « Core text series », 2018.

PEEL E. et **TREITEL G. H.**, *The law of contract*, 14th ed., Sweet & Maxwell, 2015.

PUIG P., *Contrats spéciaux*, 8^e éd., Dalloz, coll. « Hypercours », 2019.

RAYNARD J. et **SEUBE J.-B.**, *Droit des contrats spéciaux*, 10^e éd., LexisNexis, coll. « Manuel », 2019.

RIPERT G., *La règle morale dans les obligations civiles*, 4^e éd., LGDJ, 1949.

ROCHFELD J., *Les grandes notions du droit privé*, PUF, 2013.

SERIAUX A., *Manuel de droit des obligations*, 4^e éd., PUF, 2020.

SUPIOT A., *Homo juridicus : essai sur la fonction anthropologique du droit*, Seuil, 2005.

TESTU F.-X., *Contrats d’affaires, 2015-2016*, Dalloz, 2015.

TERRE F., *Introduction générale au droit*, 10^e éd., Dalloz, coll. « Précis », 2015.

TERRE F. et **MOLFESSIS N.**, *Introduction générale au droit*, 14^e éd., Dalloz, coll. « Précis », 2022.

TERRE F., **SIMLER P.**, **LEQUETTE Y.** et **CHENEDE F.**, *Droit civil. Les obligations*, 13^e éd., Dalloz, coll. « Précis », 2022.

TERRE F., **SIMLER P.** et **LEQUETTE Y.**, *Droit civil. Les obligations*, 11^e éd., Dalloz, coll. « Précis », 2013.

2. *Dictionnaires, encyclopédies et répertoires*

Dictionnaires et lexiques

REY A. et **REY-DEBOVE J.** (dir.), *Le petit Robert : dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Nouvelle éd. du « Petit Robert » de Paul Robert, le Robert, 2015.

ASSOCIATION HENRI CAPITANT DES AMIS DE LA CULTURE JURIDIQUE FRANÇAISE, **CORNU G.** (dir.), *Vocabulaire juridique*, 14^e éd., PUF, 2022.

MAZEAUD D., **BOFFA R.** et **BLANC N.** (dir.), *Dictionnaire du contrat*, LGDJ, coll. « Les Dictionnaires », 2018 :

BOFFA R., « Effet relatif »

BUCHER C.-E., « Force majeure »

JAOUEN M., « Signature »

LATINA M., « Contrat »

MAZEAUD D., « Responsabilité contractuelle et responsabilité extracontractuelle »

MEKKI M., « Smart contract »

PERES C., « Autonomie de la volonté »

ROCHFELD J., « Contrat électronique »

ROLAND H., *Lexique juridique des expressions latines*, 8^e éd., LexisNexis, coll. « Objectif droit », 2021.

Encyclopédies et répertoires

AMBROISE-CASTEROT C., « Aveu », in *Répertoire de droit pénal et de procédure pénale*, Dalloz, avr. 2020.

BARBAROUX N., **BARON R.** et **FAVREAU A.**, « Blockchain et finance - Approche pluridisciplinaire », in *Répertoire IP/IT et communication*, Dalloz, juin 2020.

BENILSI S., « Paiement - règles générales », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, déc. 2019.

BLOUD-REY C., « Standard », in *Dictionnaire de la culture juridique*, ALLAND D. et RIALS S. (dir.), PUF, coll. « Quadrige », 2003.

BRENNER C. et **LEQUETTE S.**, « Acte juridique », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, fév. 2019.

CHANTEPIE G. et **SAUPHANOR-BROUILLAUD N.**, « Déséquilibre significatif », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, janv. 2022.

DESHAYES O., « Ayant cause », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, fév. 2020.

GRYNBAUM L., « Art. 1364 à 1368 Fasc. unique : Preuve des obligations - Modes de preuve - Notion d'écrit. Ecrit électronique », in *JCl. Civil Code*, LexisNexis, 26 août 2019.

GUY TREBULLE F., « Responsabilité sociale des entreprises : entreprise et éthique environnementale », in *Répertoire des sociétés*, Dalloz, 2003.

HUET J., « Synthèse - Contrats électroniques », in *JCl. Contrats - Distribution*, LexisNexis, 15 mars 2021.

KORNPROBST E., « Sociétés de personnes : régime fiscal », in *Répertoire des sociétés*, Dalloz, janv. 2017.

LAHER R., « Injonction de faire », in *Répertoire de procédure civile*, Dalloz, déc. 2020.

LARDEUX G., « Preuve : règles de preuve - Les principes fondamentaux », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, oct. 2018.

LATINA M., « Contrat : généralités », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, nov. 2021.

LATINA M., « Contrats, principes directeurs », in *Répertoire de droit civil*, Dalloz, mai 2017.

LECOURT B. et **ALLAIN T.**, « Clauses de garantie dans les cessions de droits sociaux », in *Répertoire des sociétés*, Dalloz, avr. 2022.

LEROYER A.-M., « Fasc. 872 : Langue française », in *JCl. Concurrence - Consommation*, LexisNexis, 15 mars 2010.

MATHEY N., « Fasc. 100 : Forme des contrats », dans *JCl. Contrats - Distribution*, LexisNexis, 15 sept. 2020.

PETIT B. et **ROUXEL S.**, « Art. 1101 et 1102 - Fasc. unique : Contrat. Définition du contrat et liberté contractuelle », in *JCl. Civil Code*, LexisNexis, 9 sept. 2021.

SIGUOIRT L., « Art. 1356 Fasc. unique : Preuve des obligations - Contrats sur la preuve », in *JCl. Civil Code*, LexisNexis, 1^{er} déc. 2020.

3. *Ouvrages spécialisés sur l'ère numérique et sur la blockchain*

BARBET-MASSIN A., FLEURET F. et LOURIMI A., *Droit des crypto-actifs et de la blockchain*, LexisNexis, 2020.

BONNEAU T. et VERBIEST T., *Fintech et droit : quelle régulation pour les nouveaux entrants du secteur bancaire et financier ?*, 2^e éd., RB édition, 2020.

COMITE CONSULTATIF NATIONAL PILOTE D'ETHIQUE DU NUMERIQUE, *Pour une éthique du numérique*, É. GERMAIN, C. KIRCHNER et C. TESSIER (dir.), PUF, 2022.

DE FILIPPI P. et WRIGHT A., *Blockchain and the law: the rule of code*, Harvard University Press, 2018.

DESGENS-PASANAU G. et FREYSSINET E., *L'identité à l'ère numérique*, Dalloz, coll. « Présaje », 2009.

GARAPON A. et LASSEGUE J.

Le numérique contre le politique, PUF, 2021.

Justice digitale : révolution graphique et rupture anthropologique, PUF, 2018.

HILDEBRANDT M., *Smart technologies and the end(s) of law: novel entanglements of law and technology*, Edward Elgar Publishing, 2015.

KIM N. S., *Wrap Contracts: Foundations and Ramifications*, Oxford University Press, 2013.

LEGEAIS D., *Blockchain et actifs numériques*, LexisNexis, coll. « Actualité », 2019.

MAGNIER V. et BARBAN P., *Blockchain et droit des sociétés*, Dalloz, 2019.

NETTER E., *Numérique et grandes notions du droit privé : La personne, la propriété, le contrat*, CEPRISCA, 2019.

PIETTE-COUDOL T., *Les objets connectés : sécurité juridique et technique*, Lexis Nexis, coll. « Actualité », 2015.

PIETTE-COUDOL T. et BENSOUSSAN A., *L'échange de données informatisé et le droit*, Hermès, coll. « Memento-guide Alain Bensoussan », 1991.

TOLEDANO J., *GAFAs : reprenons le pouvoir!*, Odile Jacob, 2020.

VAMPARYS X., *La blockchain au service de la finance : cadre juridique et applications pratiques*, RB édition, 2018.

4. *Thèses*

BEHAR-TOUCHAIS M., *Le décès du contractant*, préf. G. CHAMPENOIS, Economica, 1988.

BARBET-MASSIN A., *Le droit de la preuve à l'aune de la blockchain*, thèse dactyl., Lille, 2020.

BLEUSEZ M., *La perfection du contrat*, thèse dactyl., Paris II, 2021.

BRUNAUX G., *Le contrat à distance au XXI^e siècle*, préf. N. SAUPHANOR-BROUILLAUD, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 524, 2010.

BUCHER C.-E., *L'inexécution du contrat de droit privé et du contrat administratif : étude de droit comparé interne*, préf. L. LEVENEUR, Dalloz, coll. « Nouvelle bibliothèque de thèses »,

vol. 102, 2011.

CATALA N., *La nature juridique du paiement*, préf. J. CARBONNIER, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 25, 1961.

CHAABAN R., *La caducité des actes juridiques : étude de droit civil*, préf. Y. LEQUETTE, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 445, 2006.

CHABAS C., *L'inexécution licite du contrat*, préf. J. GHESTIN, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 380, 2002.

CONTAMINE-RAYNAUD M., *L'intuitus personae dans les contrats*, thèse dactyl., Paris II, 1974.

DAURIAC I., *La signature*, thèse dactyl., Paris II, 1997.

DIDIER P., *De la représentation en droit privé*, préf. Y. LEQUETTE, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », n° 339, 2000.

FRANÇOIS C., *L'acte juridique irrégulier efficace : contribution à la théorie de l'acte juridique*, préf. T. REVET, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 598, 2020.

GAJARDO P., *Les théories objective et subjective du contrat*, préf. M. FABRE-MAGNAN, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 599, 2020.

GALBOIS D., *La notion de contrat : esquisse d'une théorie*, préf. Y. LEQUETTE, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 603, 2020.

GAUDEMET S., *La clause réputée non écrite*, préf. Y. LEQUETTE, Economica, 2006.

GENICON T., *La résolution du contrat pour inexécution*, préf. L. LEVENEUR, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 484, 2007.

GOUNOT E., *Le principe de l'autonomie de la volonté en droit privé : contribution à l'étude critique de l'individualisme juridique*, thèse dactyl., Paris, 1912.

GUELFUCCI-THIBIERGE C., *Nullité, restitutions et responsabilité*, préf., J. GHESTIN, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 218, 1992.

HELLERINGER G., *Les clauses du contrat - essai de typologie*, préf. L. AYNES, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 536, 2012.

KABLAN S. A., *Pour une évolution du droit des contrats : le contrat électronique et les agents intelligents*, thèse dactyl., Laval (Québec), (en ligne : <https://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk3/QQLA/TC-QQLA-25221.pdf>) 2008.

LABARTHE F., *La notion de document contractuel*, préf., J. GHESTIN, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 241, 1994.

LAITHIER Y.-M., *Étude comparative des sanctions de l'inexécution du contrat*, préf. H. MUIR WATT, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 419, 2004.

LATINA M., *Essai sur la condition en droit des contrats*, préf. D. MAZEAUD, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 505, 2009.

LEQUETTE S., *Le contrat-coopération : contribution à la théorie générale du contrat*, préf. C. BRENNER, Economica, coll. « Recherches juridiques », n° 27, 2012.

LEVENEUR-AZEMAR M., *Étude sur les clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité*, préf. Y. LEQUETTE, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 577, 2017.

LIMBACH F., *Le consentement contractuel à l'épreuve des conditions générales : de l'utilité du*

concept de déclaration de volonté, préf. C. WITZ, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 412, 2004.

MANGIN C., *L'expression numérique du consentement contractuel*, thèse dactyl., Toulouse, 2020.

MAS F., *La conclusion des contrats du commerce électronique*, préf. M. VIVANT, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 437, 2005.

MERABET S., *Vers un droit de l'intelligence artificielle*, préf. H. BARBIER, Dalloz, coll. « Nouvelle bibliothèque de thèses », vol. 197, 2020.

MORON-PUECH B., *L'acte juridique, une réponse à la crise du contrat*, préf. D. FENOUILLET, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 591, 2020.

PELLET S., *L'avenant au contrat*, préf. P. STOFFEL-MUNCK, IRJS éd., coll. « Bibliothèque de l'institut de recherche juridique de la Sorbonne - André Tunc », t. 24, 2010.

PENIN O., *La distinction de la formation et de l'exécution du contrat : contribution à l'étude du contrat acte de prévision*, préf. Y. LEQUETTE, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 535, 2012.

PICOD Y., *Le devoir de loyauté dans l'exécution du contrat*, préf. G. COUTURIER, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 208, 1989.

RANOUIL V., *L'autonomie de la volonté : naissance et évolution d'un concept*, préf. J.-P. LEVY, PUF, 1980.

RIPOCHE E., *La liberté et l'ordre public contractuels à l'épreuve des droits fondamentaux*, thèse dactyl., Paris II, 2021.

ROUHETTE G., *Contribution à l'étude critique de la notion de contrat*, thèse dactyl., Paris, 1965.

ROUVIERE F., *Le contenu du contrat : essai sur la notion d'inexécution*, préf. C. ATIAS, PUAM, coll. « Collection de l'Institut de droit des affaires », 2005.

SAINT-PAU J.-C., *L'anonymat et le droit*, thèse dactyl., Bordeaux, 1998.

SAVAUX É., *La théorie générale du contrat, mythe ou réalité?*, préf. J.-L. AUBERT, LGDJ, coll. « Bibliothèque de droit privé », t. 264, 1997.

TIREL M., *L'effet de plein droit*, préf. D. R. MARTIN, Dalloz, coll. « Nouvelle bibliothèque de thèses », vol. 178, 2018.

VALLEUR F., *L'intuitu personae dans les contrats*, thèse dactyl., Paris, 1938.

5. Études, rapports et textes officiels

(Lorsque l'auteur n'est pas identifié, l'institution émettrice du rapport est indiquée à sa place.)

En français

117^E CONGRES DES NOTAIRES DE FRANCE, *Le numérique, accompagner et sécuriser l'homme, la révolution digitale et le droit*, Nice, 2021.

ADAN et KPMG, *La crypto en France : structuration du secteur et adoption par le grand public*, 2022.

ASSEMBLEE PARLEMENTAIRE DE L'OTAN, *L'Internet des Objets : promesses et dangers d'une technologie de rupture*, Commission des sciences et technologies, 2017.

CNIL

Premiers éléments d'analyse de la CNIL - Blockchain, 2018.

Comment permettre à l'Homme de garder la main ? Rapport sur les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle, 2017.

COMMISSION D'ENRICHISSEMENT DE LA LANGUE FRANÇAISE

« Vocabulaire des actifs numériques (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », *JORF*, n° 13, 15 janv. 2021.

« Vocabulaire de l'informatique (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », *JORF*, n° 121, 23 mai 2017.

COMMISSION EUROPEENNE

L'intelligence artificielle pour l'Europe, 2018.

Un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle, 2018.

CONSEIL D'ÉTAT, *Les réseaux sociaux : enjeux et opportunités pour la puissance publique*, étude annuelle 2022.

CONSEIL NATIONAL DU NUMERIQUE, *Travail, emploi, numérique. Les nouvelles trajectoires*, 2016.

COUR DE CASSATION, *Rapport annuel 2014 de la Cour de cassation. Le temps dans la jurisprudence de la Cour de cassation*, 2014.

DIONIS DU SEJOUR J., *Rapport fait au nom de la commission des affaires économiques, de l'environnement et du territoire sur le projet de loi (n° 528), pour la confiance dans l'économie numérique*, Assemblée nationale, 2003.

DRAGO G., « Avant-propos », in *Rapport annuel 2013 de la Cour de cassation*, Documentation française, 2013, p. 91-96.

FAURE-MUNTIAN V., DE GANAY G. et LE GLEUT R., *Les enjeux technologiques des blockchains (chaînes de blocs)*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2018.

FRANCE STRATEGIE

Le monde de l'Internet des objets : des dynamiques à maîtriser, 2022.

Intelligence artificielle et travail, 2018.

Les enjeux des blockchains, 2018.

JEANNEAU C., *L'âge du web décentralisé*, Digital New Deal Foundation, 2018.

DE LA RAUDIERE L. et MIS J.-M., *Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement en conclusion des travaux de la mission d'information commune sur les chaînes de blocs (blockchains)*, Assemblée nationale, 2018.

LANDAU J.-P. et GENAIS A., *Les crypto-monnaies (Rapport au Ministre de l'Économie et des Finances)*, 2018.

LE MOIGN C., *ICO françaises : un nouveau mode de financement ?*, AMF, 2018.

DE MARGERIE G. et **BAÏZ A.**, *Comité de suivi et d'évaluation de la loi Pacte - Deuxième rapport*, France Stratégie, 2021.

PARIS EUROPLACE, *Les impacts des réseaux distribués et de la technologie blockchain dans les activités de marché*, Groupe Fintech, 2017.

OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES, *Comprendre les blockchains (chaînes de blocs)*, Les notes scientifiques de l'office, 2018.

OPTIC, *Blockchain, au défi de la confiance*, 2018.

SMART CONTRACT ACADEMY, *Smart contracts - Etudes de cas et réflexions juridiques*, 2018 (en ligne : <https://ecan.fr/Smart-Contracts-Etudes.pdf>).

UCHANGE, *Comprendre la blockchain*, 2016.

VILLANI C., *Donner un sens à l'intelligence artificielle : Pour une stratégie nationale et européenne*, Mission Villani pour l'intelligence artificielle, 2018.

WOERTH É. et **PERSON P.**, *Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement en conclusion des travaux d'une mission d'information relative aux monnaies virtuelles*, Assemblée nationale, 2019.

Rapport au président de la République relatif à l'ordonnance n° 2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, 2016.

Rapport de synthèse France Intelligence Artificielle, Ministère de l'Économie et des Finances, Secrétariat d'État à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, Secrétariat d'État à l'Industrie, au Numérique et à l'Innovation, 2017.

En anglais

EUROPEAN COMMISSION

SCHREPPPEL T., *Smart contracts and the digital single market through the lens of a "law + technology" approach.*, Direction générale des réseaux de communication, du contenu et des technologies, 2021.

Ethics By Design and Ethics of Use Approaches for Artificial Intelligence, 2021.

Advancing the Internet of Things in Europe, 2016.

EUROPEAN UNION BLOCKCHAIN OBSERVATORY AND FORUM

Demystifying non fungible tokens, 2021.

Blockchain and Digital Identity, 2019.

Legal and Regulatory Framework of Blockchains and Smart Contracts, 2019.

FINANCIAL CONDUCT AUTHORITY (UK), *Distributed Ledger Technology: Feedback Statement on Discussion Paper 17/03*, 2017

GOVERNMENT OFFICE FOR SCIENCE (UK), *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*, 2015.

LAW COMMISSION (UK), *Smart legal contracts: advice to government*, 2021.

NORTON ROSE FULBRIGHT, *Unlocking the blockchain - A global legal and regulatory guide*,

2016.

UK JURISDICTION TASKFORCE, *Legal statement on cryptoassets and smart contracts*, 2019.

6. *Articles de mélanges et d'ouvrages collectifs, actes de colloque*

ALLEGRE C., « Préface », in *Science, éthique et droit*, N. LE DOUARIN et C. PUIGELIER (dir.), Jacob, 2007, p. 11-14.

AUBERT F., « Les finalités des procédures collectives », in *Prospectives du droit économique : dialogues avec Michel Jeantin*, Dalloz, 1999, p. 367-380.

AYNES L., « Rapport de synthèse », in *La confiance en droit privé des contrats*, V.-L. BENABOU et M. CHAGNY (dir.), Dalloz, 2008, p. 153-158.

BERLIOZ-HOUIN B. et **BERLIOZ G.**, « Le droit des contrats face à l'évolution économique », in *Études offertes à Roger Houin : problèmes d'actualité posés par les entreprises*, Dalloz-Sirey, 1985, p. 3 s.

BOILLOT C., « Le "contrat" intelligent dit smart contract », in *La Blockchain saisie par le droit*, M. BEHAR-TOUCHAIS (dir.), IRJS Editions, 2019, vol. 1, p. 23-49.

BOLLEE S., **LAITHIER Y.-M.** et **PERES C.** (dir.), *L'efficacité économique en droit*, Economica, coll. « Études juridiques », n° 33, 2010.

BORGHETTI J.-S., « Les effets du contrat à l'égard des tiers », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. CARTWRIGHT, B. FAUVARQUE-COSSON et S. WHITTAKER (dir.), Société de législation comparée, coll. « Collection Droit comparé et européen », vol. 29, 2018, p. 239-270.

BROUSSEAU É., « L'économiste, le juriste et le contrat », in *Études offertes à Jacques Ghestin : le contrat au début du XXI^e siècle*, LGDJ, coll. « Anthologie du droit », 2015, p. 153-176.

BRUGUIERE J.-M., « Blogs, forums de discussion, réseaux sociaux... les nouveaux visages de l'anonymat », in *L'identité, un singulier au pluriel*, B. MALLET-BRICOUT, T. FAVARIO et F. BELLIVIER (dir.), Dalloz, 2015, p. 77-89.

BUSSEUIL G., « La phase précontractuelle - La formation du contrat électronique », in *L'acquis communautaire : le contrat électronique*, J. ROCHFELD (dir.), Economica, coll. « Collection Études juridiques », n° 34, 2010, p. 71-132.

CABRILLAC M., « Remarques sur la théorie générale du contrat et les créations récentes de la pratique commerciale », in *Mélanges dédiés à Gabriel Marty*, Université des sciences sociales de Toulouse, 1978, p. 235-254.

CADIET L., « Interrogations sur le droit contemporain des contrats », in *Le Droit contemporain des contrats : bilan et perspectives*, L. CADIET (dir.), Economica, 1987, p. 6-15.

CATALA P., « Écriture électronique et actes juridiques », in *Mélanges Michel Cabrillac*, Litec, Dalloz, 1999, p. 91-104.

CHENEDE F., « Responsabilité contractuelle et responsabilité extracontractuelle : une summa divisio ? », in *Vers une réforme de la responsabilité civile française : regards croisés franco-québécois*, B. MALLET-BRICOUT (dir.), Dalloz, coll. « Thèmes & commentaires », 2018, p. 31-38.

CHENEDE F., « De l'autonomie de la volonté à la justice commutative, du mythe à la réalité », in *Annuaire de l'Institut Michel Villey*, n° 4, *Devenirs de l'autonomie de la volonté*, Dalloz, 2012, p. 155-181.

CHERIGNY F. et **ZOLLINGER A.** (dir.), *Les objets connectés : acte du colloque « 30 ans du magistère en droit des TIC », 23 septembre 2016*, Université de Poitiers, Presses universitaires juridiques de Poitiers, coll. « Collection de la Faculté de droit et des sciences sociales de Poitiers », 2018.

COLLART-DUTILLEUL F., « Les apports des contrats de l'informatique au droit des contrats », in *Le Droit contemporain des contrats : bilan et perspectives*, L. CADIET (dir.), Economica 1987, p. 223-235.

CORNU G., « Introduction au droit des contrats spéciaux », in *L'évolution contemporaine du droit des contrats. Journées René Savatier (24-25 octobre 1985)*, PUF, 1986, p. 99-101.

CORNU G., « L'évolution du droit des contrats en France », *RIDC*, n° spéc. *1ères Journées juridiques franco-japonaises (Paris, 4-10 octobre 1979)*, 1979, p. 447-454.

DEVEZE J., « La forme du contrat électronique », in *Le contrat électronique : Journées nationales, Toulouse, 2000*, ASSOCIATION HENRI CAPITANT (dir.), Éd. Panthéon-Assas, 2002, p. 59-68.

FENOUILLET D. et (de) **VAREILLES-SOMMIERES P.**, *La contractualisation de la famille*, Economica, coll. « Collection études juridiques », n° 14, 2001.

FONTAINE M., « Fertilisation croisées du droit des contrats », in *Études offertes à Jacques Ghestin : le contrat au début du XXI^e siècle*, LGDJ, coll. « Anthologie du droit », 2015, p. 347-361.

FRAYSSINET J., « Droit, droits et nouvelles technologies », in *Droit et innovation*, J. MESTRE et L. MERLAND (dir.), PUAM, coll. « Collection de l'Institut de droit des affaires », 2013, p. 543-556.

GAUTIER P.-Y., « L'équivalence entre supports électronique et papier, au regard du contrat », in *Droit et technique - Etudes à la mémoire du professeur Xavier Linant de Bellefonds*, LexisNexis, coll. « Mélanges », 2007.

GAUTRAIS V., « Contrat électronique : plus de 20 ans certes mais pas encore adulte », in *Études en l'honneur du professeur Jérôme Huet : liber amicorum*, LGDJ, 2017, p. 191-209.

GENICON T., « L'exception d'inexécution », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. CARTWRIGHT, B. FAUVARQUE-COSSON et S. WHITTAKER (dir.), Société de législation comparée, coll. « Collection Droit comparé et européen », vol. 29, 2018, p. 309-335.

GOFFAUX-CALLEBAUT G., « Blockchain et droit des actionnaires », in *Blockchain et droit des sociétés*, V. MAGNIER et P. BARBAN (dir.), Dalloz, 2019, p. 139-149.

GUEGAN E., « Blockchain et assemblées d'actionnaires », in *Blockchain et droit des sociétés*, V. MAGNIER et P. BARBAN (dir.), Dalloz, 2019, p. 151-159.

GUYON Y., « Le droit des contrats à l'épreuve du droit des procédures collectives », in *Études offertes à Jacques Ghestin : le contrat au début du XXI^e siècle*, LGDJ, coll. « Anthologie du droit », 2015, p. 405-418.

- HELLERINGER G.**, « Les effets réels du contrat. Le charme discret de la continuité », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. CARTWRIGHT, B. FAUVARQUE-COSSON et S. WHITTAKER (dir.), Société de législation comparée, coll. « Collection Droit comparé et européen », vol. 29, 2018, p. 217-238.
- HUET J.**, « Le consentement échangé avec la machine », in *L'échange des consentements, Colloque de Deauville organisé les 17 et 18 juin 1995 par l'association Droit et Commerce*, Deauville, Revue de Jurisprudence Commerciale, n° spécial, 1995, p. 124-132.
- JACQUEMIN H.** et **HUBIN J.-B.**, « Aspects contractuels et de responsabilité civile en matière d'intelligence artificielle », in *L'intelligence artificielle et le droit*, A. DE STREEL et H. JACQUEMIN (dir.), Larcier, coll. « Collection du Crids », n° 41, 2017, p. 73-120.
- JAMIN C.**, « Plaidoyer pour le solidarisme contractuel », dans *Études offertes à Jacques Ghestin : le contrat au début du XXI^e siècle*, LGDJ, coll. « Anthologie du droit », 2015, p. 441 s.
- JESTAZ P.**, « L'évolution du droit des contrats spéciaux dans la loi depuis 1945 », in *L'évolution contemporaine du droit des contrats. Journées René Savatier (24-25 octobre 1985)*, PUF, p. 117-135.
- JULIENNE M.**, « Premières vues sur les crypto-actifs, table ronde : L'appréhension par le droit des biens immatériels » in *Les « nouveaux biens », nouvelles qualifications ou nouveaux régimes ?*, L. LEVENEUR (dir.), Dalloz, 2018, p. 109-124
- LAITHIER Y.-M.**, « L'exécution forcée en nature des obligations contractuelles », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. CARTWRIGHT, B. FAUVARQUE-COSSON et S. WHITTAKER (dir.), Société de législation comparée, coll. « Collection Droit comparé et européen », vol. 29, 2018, p. 271-307.
- LECUYER H.**, « Le contrat, acte de prévision », in *L'avenir du droit : mélanges en hommage à François Terré*, Dalloz, coll. « Mélanges, études, travaux », 1999, p. 643-659.
- LEGENDRE P.**, « Remarques sur la re-féodalisation de la France », in *Études en l'honneur de Georges Dupuis*, LGDJ, coll. « Mélanges », 1997, p. 201-211.
- LELOUP J.-M.**, « La création de contrats par la pratique commerciale », in *L'évolution contemporaine du droit des contrats. Journées René Savatier (24-25 octobre 1985)*, PUF, 1986, p. 167-177.
- LEPAGE A.**, « Les paradoxes du formalisme informatif », in *Études de droit de la consommation : liber amicorum Jean Calais-Auloy*, Dalloz, 2004, p. 597-620.
- LEQUETTE Y.**, « Ouverture du colloque "Les mutations de l'ordre public contractuel" », *RDC*, n° 1, 2012, p. 262.
- LEQUETTE Y.**, « Libres Propos », in *Annuaire de l'Institut Michel Villey, n° 4, Devenirs de l'autonomie de la volonté*, Dalloz, 2012, p. 151-154.
- LE TOURNEAU P.**, « Quelques aspects de l'évolution des contrats », in *Mélanges offerts à Pierre Raynaud*, Dalloz, 1985, p. 349-380.
- LEVENEUR L.**, « Propos introductifs », in *Le droit civil à l'ère numérique, Actes du colloque du 21 avril 2017, JCP G*, 2017.
- LEVENEUR L.**, « Introduction », in *La contractualisation de la famille*, D. FENOUILLET et P. (de) VAREILLES-SOMMIERES (dir.), Economica, coll. « Collection études juridiques », 2001,

p. 1-14.

LIBCHABER R., « Réflexions sur les effets du contrat », in *Mélanges offerts à Jean-Luc Aubert*, Dalloz, 2005, p. 216.

MARTIAL-BRAZ N., « Les contrats conclus par un objet connecté ? », in *Les objets connectés*, M. BEHAR-TOUCHAIS (dir.), IRJS Editions, 2018, vol. 96, p. 29-44.

MAZEAUD D., « Loyauté, solidarité, fraternité, la nouvelle devise contractuelle ? », in *L'avenir du droit : mélanges en hommage à François Terré*, Dalloz, coll. « Mélanges, études, travaux », 1999, p. 603 s.

MESTRE J., « L'évolution du contrat en droit privé français », in *L'évolution contemporaine du droit des contrats. Journées René Savatier (24-25 octobre 1985)*, PUF, 1986, p. 41-48.

MIGNOT M., « La nature juridique du paiement », in *Le paiement*, M. MIGNOT et J. LASSERRE CAPDEVILLE (dir.), l'Harmattan, coll. « Droit privé et sciences criminelles », 2014, p. 9-45.

MONSERIE M.-H., « Aperçu sur les apports récents de la confrontation du droit des procédures collectives et du droit des obligations », in *Prospectives du droit économique : dialogues avec Michel Jeantin*, Dalloz, 1999, p. 429-442.

MOUSSERON J.-M., « La renaissance (prolongée) du phénomène contractuel », in *Liber amicorum : Commission Droit et Vie des Affaires, 40ème anniversaire 1957 - 1997*, Bruylant, 1998, p. 663-680.

MOUSSERON J.-M. et P., « La langue du contrat », in *Mélanges Michel Cabrillac*, Litec, Dalloz, 1999, p. 219 s.

OST F., « Le temps virtuel des lois postmodernes ou comment le droit se traite dans la société de l'information », in *Les transformations de la régulation juridique*, J. CLAM et G. MARTIN (dir.), LGDJ, coll. « Droit et société Recherches et travaux », n° 5, 1998, p. 423-449.

PERES C., « Règles impératives et supplétives dans le nouveau droit des contrats », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. CARTWRIGHT, B. FAUVARQUE-COSSON et S. WHITTAKER (dir.), Société de législation comparée, coll. « Collection Droit comparé et européen », vol. 29, 2018, p. 171-193.

POILLOT PERUZZETTO S., « La loi applicable au contrat électronique », in *Le contrat électronique : Journées nationales, Toulouse, 2000*, ASSOCIATION HENRI CAPITANT (dir.), Éd. Panthéon-Assas, 2002, p. 35-58.

POULLET Y., « La conclusion du contrat par un agent électronique », in *Commerce électronique : le temps des certitudes*, Bruylant, coll. « Cahiers du Centre de Recherches Informatique et Droit », n° 17, 2000, p. 129-145.

RAYNOUARD A., « La formation du contrat électronique », in *Le contrat électronique : Journées nationales, Toulouse, 2000*, ASSOCIATION HENRI CAPITANT (dir.), Éd. Panthéon-Assas, 2002, p. 15-33.

RENET T., « Rapport introductif », in *Le contrat électronique : Journées nationales, Toulouse, 2000*, ASSOCIATION HENRI CAPITANT (dir.), Éd. Panthéon-Assas, 2002, p. 9-23.

RIEG A., « La "punctuation", contribution à l'étude de la formation successive du contrat », in *Études offertes à Alfred Jauffret*, Faculté de droit et de Science politique d'Aix-Marseille, 1974, p. 593-607.

- ROCHFELD J.**, « Droit à l'oubli numérique et construction de soi », in *L'identité, un singulier au pluriel*, B. MALLET-BRICOUT, T. FAVARIO et F. BELLIVIER (dir.), Dalloz, 2015, p. 101-118.
- ROCHFELD J.**, « La définition du contrat électronique », in *L'acquis communautaire : le contrat électronique*, J. ROCHFELD (dir.), Economica, coll. « Collection Études juridiques », n° 34, 2010, p. 3-34.
- ROWAN S.**, « La résolution du contrat pour inexécution », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. CARTWRIGHT, B. FAUVARQUE-COSSON et S. WHITTAKER (dir.), Société de législation comparée, coll. « Collection Droit comparé et européen », vol. 29, 2018, p. 337-359.
- SACCO R.**, « Acte juridique et Rechtsgeschäft – deux voisins qui s'ignorent », in *De tous horizons : Mélanges Xavier Blanc-Jouvan*, Société de législation comparée, 2005, p. 647-661.
- SENECHAL J.**, « Les contrats conclus par l'intermédiaire d'un objet connecté – Renouveau des enjeux à l'heure du déploiement de l'Internet des objets », in *Les objets connectés*, M. BEHAR-TOUCHAIS (dir.), IRJS Editions, 2018, vol. 96, p. 3-28.
- SERVERIN E.**, « Lectures socio-juridiques sur l'État et le contrat », in *Approche critique de la contractualisation*, S. CHASSAGNARD-PINET et D. HIEZ (dir.), LGDJ, 2007, p. 95-120.
- SEUBE A.**, « Les conditions générales des contrats », in *Études offertes à Alfred Jauffret*, Faculté de droit et de Science politique d'Aix-Marseille, 1974, p. 621-634.
- STOFFEL-MUNCK P.**, « Le contenu du contrat. La révolution des clauses abusives », in *La réécriture du Code civil : le droit français des contrats après la réforme de 2016*, J. CARTWRIGHT, B. FAUVARQUE-COSSON et S. WHITTAKER (dir.), Société de législation comparée, coll. « Collection Droit comparé et européen », vol. 29, 2018, p. 149-170.
- SUPIOT A.**, « Les deux visages de la contractualisation : déconstruction du Droit et renaissance féodale », in *Approche critique de la contractualisation*, S. CHASSAGNARD-PINET et D. HIEZ (dir.), LGDJ, 2007, p. 19-44.
- TERRE F.**, « Postface, Le droit face à la science », in *Science, éthique et droit*, N. LE DOUARIN et C. PUIGELIER (dir.), Jacob, 2007, p. 349-359.
- THERY P.**, « La propriété monétaire numérique : les bitcoins », in *Le droit civil à l'ère numérique, Actes du colloque du 21 avril 2017*, JCP G, 2017, p. 40-44.

7. Articles de doctrine en français

- ANCEL P.**, « Force obligatoire et contenu obligationnel du contrat », *RTD civ.*, 1999, p. 771.
- AUBRY M.-C.**, « Retour sur la caducité en matière contractuelle », *RTD civ.*, 2012, p. 625.
- AUDIT M.**, « Le droit international privé confronté à la blockchain », *Revue critique de droit international privé*, 2020, p. 669.
- AUGAGNEUR L.-M.**, « Le projet de réforme du droit des contrats : le destin manqué de la transformation numérique », *RLDI*, n° 117, 1^{er} juill. 2015, p. 55.
- BARBIER H.**

« Mentions indicatives, déclaratives, informatives, contractualisées, légales : de(s) force(s)

- obligatoire(s) du contrat », *RTD civ.*, 2020, p. 85.
- « Par-delà le contrat, l'opération », *RTD civ.*, 2018, p. 642.
- BARRAUD B.**, « Le droit en datas : comment l'intelligence artificielle redessine le monde juridique », *RLDI*, n° 165, 1^{er} déc. 2019.
- BATIFFOL H.**, « La "crise du contrat" et sa portée », *Archives de philosophie du droit*, n° 13 : *Sur les notions du contrat*, Sirey, 1968, p. 13-30.
- BEHAR-TOUCHAIS M.**, « La résolution du conflit des textes sur le déséquilibre significatif », *JCP G*, 2022, p. 494.
- BENSOUSSAN A.**, « La personne robot », *D.*, 2017, p. 2044.
- BERNHEIM-DESVAUX S.**, « Plaidoyer en faveur d'un renforcement des sanctions civiles en droit de la consommation :
- Partie 1 : Analyse critique des sanctions civiles », *CCC*, n° 1, janv. 2019, 1 ;
- Partie 2 : Analyse prospective des sanctions civiles », *CCC*, n° 2, fév. 2019, 2.
- BINCTIN N.**, « Quelle place pour la blockchain en droit français de la propriété intellectuelle ? », *Propriétés intellectuelles*, n° 65, oct. 2017, p. 18.
- BONDARD C.**, **CHENU G.**, **DUFOURNAUD S.** et **GUIADER F.**, « Blockchain - Quelques utilisations actuelles de cet outil en droit des affaires », *JCP E*, 2017, p. 1471.
- BONNEAU T.**, « Métavers et services financiers », *RDBF*, n° 4, août 2022, p. 1.
- BORDAIS P.**, « Finance décentralisée et NFT (non fungible token) : deux nouvelles innovations de la blockchain », *RDBF*, n° 6, 2021, étude 19.
- BORGHETTI J.-S.**
- « L'avant-projet de réforme de la responsabilité civile », *D.*, 2016, p. 1386.
- « Fixation et révision du prix », *Revue des contrats*, Hors-série, juin 2018, p. 25.
- BROS S.**, « L'interdépendance contractuelle, la Cour de cassation et la réforme du droit des contrats », *D.*, 2016, p. 29.
- CABINET SIMMONS&SIMMONS LLP**, « Le droit et la technologie blockchain : une approche sectorielle », *CCC*, n° 10, oct. 2017, étude 10.
- CAPRIOLI É. A.**
- « Décret n° 2017-1416 du 28 septembre 2017 relatif à la présomption de fiabilité de la signature électronique », *CCE*, n° 11, nov. 2017, p. 92.
- « Une première condamnation aux USA pour la commission d'infractions sur le Dark Web », *CCE*, n° 11, juill. 2017, p. 68.
- « La blockchain ou la confiance dans une technologie », *JCP G*, 2016, p. 672.
- CAPRIOLI É. A.**, **CHARPENTIER B.**, **CHAVANNE V.**, **DE LABRIFFE J.**, **O'KANE D.**, **ROQUILLY C.**, **TOUATI A.** et **VIGUIER E.**, « Blockchain et smart contracts : enjeux technologiques, juridiques et business », *Cahiers de droit de l'entreprise*, n° 2, mars 2017, p. 9.
- CARTAPANIS M.**, « L'innovation technologique et le droit », *D.*, 2022, p. 405.
- CATALA P.**
- « L'électronique et la cohérence du droit », *CCE*, n° 02, 2001, 1.

- « L'informatique et l'évolution des modèles contractuels », *JCP G*, 1993.I.3687.
- CATTALANO G.**, « Smart contracts et droit des contrats », *AJ Contrat*, 2019, p. 321.
- DE CHARENTENAY S.**, « Blockchain et droit : Code is deeply law », *Gaz. Pal.*, n° 39, 14 nov 2017, p. 15.
- CHENEDE F.**
- « Raymond Saleilles, Le contrat d'adhésion (2^e partie) », *Revue des contrats*, n° 3, 2012, p. 1017.
- « La cause de l'obligation dans le contrat de prêt réel et dans le contrat de prêt consensuel », *D.*, 2008, p. 2555.
- CHEVALLIER J.** « Chronique Obligations et contrats spéciaux », *RTD civ.*, 1966, p. 529.
- CHONE-GRIMALDI A.-S. et RASCHEL L.**, « L'action de groupe à la française : tout vient à point à qui sait atteindre », *RCA*, mai 2014, p. 4.
- COIFFARD D.**, « La Blockchain a un sens pour répartir une partie de la confiance en rendant une information infalsifiable mais cette confiance est très en deçà de celle conférée par le notaire », *RLDC*, n° 147, avr. 2017, p. 37.
- COLLARD C.**, « Retour sur la notion de contrat...électronique », *Journal des Sociétés*, n° 6, janv. 2004, p. 4.
- DANGEARD M.**, « Il est temps que les juristes deviennent des juristes-codeurs, et se mettent à collaborer sur les contrats », *RPPI*, n° 2, oct. 2017, p. 11.
- DEFRENOIS-SOULEAU I.**, « La répétition de l'indu objectif. Pour une application sans erreur de l'article 1376 du code civil. », *RTD civ.*, 1989, p. 243.
- DENIS V., HEGEDUS O., LAREDO A. et SOLERANSKI L.**, « La Blockchain dans le secteur de l'assurance », *RLDA*, n° 132, 1^{er} déc. 2017.
- DESHAYES O.**, « La cession de créance de droit commun à titre de garantie. Révolution dans le monde des sûretés sur créance ? », *JCP E*, 2021, p. 1493.
- DOUVILLE T.**, « Blockchains et preuve », *D.*, 2018, p. 2193.
- DUPONT N.**, « Recevabilité de l'action en justice d'une association non habilitée à agir par la loi », *JCP G*, 2008.II.10200.
- FABRE-MAGNAN M.**, « Le devoir d'information dans les contrats : essai de tableau général après la réforme », *JCP G*, 2016, p. 706.
- FAVREAU A.**,
- « Métavers et propriété intellectuelle », *Propriété industrielle*, n° 6, juin 2022, p. 9.
- « Présentation du projet de recherche sur les smart contracts », *D. IP/IT*, 2019, p. 33.
- FONTAINE M., JUILLET S. et FROGER D.**, « La blockchain : mythe ou réalité ? », *JCP N*, 2017, p. 1214.
- FRISON-ROCHE M.-A.**, « Remarques sur la distinction de la volonté et du consentement en droit des contrats », *RTD civ.*, 1995, p. 573.
- GAUTIER P.-Y.**, « Le dépôt : exercices de qualification », *Revue des contrats*, n° 1, 2014, p. 149.
- GAUTRAIS V.**, « Les sept péchés de la blockchain : éloge du doute ! », *D. IP/IT*, 2019, p. 432.

GENICON T., « Variations sur la signature : le mourant et l'illettré », *Revue des contrats*, n° 01, 1^{er} mars 2014, p. 10.

GHESTIN J.

« La consécration de la valeur constitutionnelle de la liberté contractuelle », *JCP G*, 2013, p. 929.

« La notion de contrat », *Droits - Revue française de théorie juridique*, n° 12 (le contrat), 1990, p. 7.

GILLIOZ F., « Du contrat intelligent au contrat juridique intelligent », *D. IP/IT*, 2019, p. 16.

GIUSTI J.

« La blockchain changera notre métier », *Revue de l'ACE*, n° 137, sept. 2016, p. 24.

« Les « smart contracts » sont-ils des contrats ? », *Blog de Jérôme Giusti*, 27 mai 2016 (en ligne : <https://jeromegiustiblog.wordpress.com/2016/05/27/les-smart-contracts-sont-ils-des-contracts/>).

GOBERT D. et **MONTERO E.**, « La signature dans les contrats et les paiements électroniques : l'approche fonctionnelle », *Cahiers du Crid*, vol. 17, 2000, p. 45.

GOLDIE-GENICON G., « Droit commun et droit spécial », *Revue de droit d'Assas*, fév. 2013, p. 29.

GRANIER T. et **VERBIEST T.**, « Marchés financiers et technologie blockchain », *Banque & Droit*, n° 187, oct. 2019, p. 18.

GUEDON P., « Le bitcoin est-il devenu une devise ? », *Revue de droit fiscal*, n° 45, 12 nov. 2021, p. 421.

GUERLIN G., « Considérations sur les smart contracts », *D. IP/IT*, 2017, p. 512.

GUILHAUDIS E., « Comprendre la blockchain à travers l'étude d'un cas pratique : le covoiturage "blockcar" », *RLDI*, n° 143, 1^{er} déc. 2017.

GUILLAUME F. et **RIVA S.**, « DAO, code et loi : le régime technologique et juridique de la decentralized autonomous organization », *Revue de droit international d'Assas*, n° 4, déc. 2021, p. 206.

HAUSER J., « Un nouveau-né : l'enfant conventionnel », *D.*, 1996, chr. 182.

HOUTCIEFF D., « La réactivité en droit contemporain des contrats : des réactions unilatérales au smart contract », *Gaz. Pal.*, Hors-série, 19 juin 2019, p. 9.

INFOREG, « Site Internet : la validité du consentement aux cookies par l'utilisateur », *Cahiers de droit de l'entreprise*, n° 3, juin 2019, 54.

JAULT-SESEKE F., « La blockchain au prisme du droit international privé, quelques remarques », *D. IP/IT*, 2018, p. 544.

JEAN B. et **DE FILIPPI P.**, « Les Smart Contracts, les nouveaux contrats augmentés ? », *Conseils et Entreprises, Revue de l'ACE*, n° 137, sept. 2016, p. 40.

JESTAZ P., « La qualification en droit civil », *Droits - Revue française de théorie juridique*, n° 18 (la qualification), 1993, p. 45.

JOURDAIN P., « Force majeure : l'extériorité réhabilitée par l'Assemblée plénière », *RTD civ.*, 2020, p. 895.

JULIENNE M., « Le régime civil des actifs numériques : l'exemple du prêt de Bitcoins », *JCP E*, 2020, p. 1201.

KLEIN J.,

« Repenser le contrat à l'ère numérique », *Revue des juristes de Sciences Po*, n° 17, juin 2019, p. 68.

« Les restitutions », *Droit et Patrimoine*, n° 258, 1^{er} mai 2016, p. 46.

LABBE X., « Où sont passés les ayants cause ? », *JCP E*, 2016, p. 708.

LAITHIER Y.-M.

« Quand peut-on invoquer la caducité du contrat ? », *Revue des contrats*, n° 1, 2021, p. 161.

« Les sanctions de l'inexécution du contrat », *Revue des contrats*, Hors-série, avr. 2016, p. 39.

« Les règles relatives à l'inexécution des obligations contractuelles », *JCP G*, n° 21 (supp.), 2015, p. 47.

LAMETHE D., « Réflexions sur la signature », *Gaz. Pal.*, 1976.I.74.

LATINA M., « Les professions réglementées, des experts du nouveau monde numérique », *Cahiers de droit de l'entreprise*, n° 3, juin 2018, p. 52.

LAURENT-BONNE N., « La re-féodalisation du droit par la blockchain », *D. IP/IT*, 2019, p. 416.

LEFEBVRE H., **POLROT S.** et **ABITBOL C.**, « Moyens de paiement - Blockchain : premier (s) pas vers la réglementation des « cryptomonnaies » et autres actifs numériques », *JCP E*, 2017, p. 1255.

LEGEAIS D.

« Blockchain et droit des sociétés. Quelles perspectives ? Quelle incidence véritable de la technologie ? », *Droit des sociétés*, n° 2, fév. 2022, p. 6.

« La folie NFT », *RDBF*, févr. 2022, repère 2.

« La DeFi, finance de demain ? », *RDBF*, mars 2020, repère 2.

« Nantissement de titres financiers sur la blockchain », *RDBF*, janv. 2019, p. 14.

« L'apport de la Blockchain au droit bancaire », *RDBF*, janv. 2017, p. 5.

LEQUETTE S., « La notion de contrat », *RTD civ.*, 2018, p. 541.

LEVENEUR L.

« Nature juridique du paiement : le revirement se confirme à la première chambre civile », *CCC*, 2010, p. 266.

« La liberté contractuelle en droit privé : les notions de base (autonomie de la volonté, liberté contractuelle, capacité...) », *AJDA*, 1998, p. 676.

LEVENEUR-AZEMAR M., « L'achat en un clic, une partie triplement risquée pour les commerçants en ligne ! », *CCC*, n° 4, 1^{er} avr. 2018, 13.

LOISEAU G.

« Le contrat de travail électronique », *JCP S*, 2022, p. 1111.

« La personnalité juridique des robots : une monstruosité juridique », *JCP G*, 2018, p. 597.

« Le contrat électronique, l'indigent de la réforme du droit des contrats », *CCE*, n° 9, 2016, p. 15.

- « La valeur contractuelle des conditions générales d'utilisation des réseaux sociaux », *CCE*, 2012, p. 78.
- « Réflexion sur la nature juridique du paiement », *JCP G*, 2006.I.171.
- LUCAS DE LEYSSAC C.**, « Le droit fondamental de la preuve, l'informatique et la télématique », *LPA*, n° 65, 29 mai 1996, p. 3.
- MAISNIER-BOCHE L.**, « La CNIL confirme sa position relative à la nécessaire symétrie des mécanismes de consentement et de refus des cookies », *CCE*, n° 3, mars 2022, 1.
- MARTIN M.**, « Pratique contractuelle. Contrats de l'informatique. Les clauses de convention de preuve. », *CCE*, n° 3, mars 2021, 4.
- MATHEY N.**, « La nature juridique des monnaies alternatives à l'épreuve du paiement », *RDBF*, déc. 2016, p. 41.
- MAUDOUT-RIDDE A.**, « L'organisation autonome décentralisée (DAO) », *Bulletin Joly Bourse*, n° 3, 1^{er} mai 2018, p.177.
- MEKKI M.**
- « Le smart contract, objet du droit », *D. IP/IT*, 2019, p. 27.
- « Le contrat, objet des smart contracts », *D. IP/IT*, 2018, p. 409.
- « Les mystères de la blockchain », *D.*, 2017, p. 2160.
- « If code is law, then code is justice ? Droits et algorithmes », *Gaz. Pal.*, 27 juin 2016, p. 10.
- « L'ordonnance n° 2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations », *D.*, 2016, p. 608.
- DE MONTMORILLON B.**, « La croissance contractuelle », *Revue française de gestion*, n° 77, janv.-fév., 1989, 97.
- MOURY J.**, « Retour sur le prix : le champ de l'article 1163, alinéa 2, du code civil », *D.*, 2017, p. 1209.
- PERES C.**, « Règles impératives et supplétives dans le nouveau droit des contrats », *JCP G*, 2016, p. 454.
- PINARD D.**, « Le droit et le fait dans l'application des standards et la clause limitative de la Charte canadienne des droits et libertés », *Les Cahiers de droit*, vol. 30, n° 1, Faculté de droit de l'Université Laval, 1989, p. 137.
- PORTALIS J.-E.-M.**
- « Exposé des motifs du titre préliminaire », in *Ecrits et discours juridiques et politiques*, PUAM, 1988, p. 65.
- « Discours préliminaire sur le projet de Code civil présenté le 1er pluviôse an IX par la commission nommée par le gouvernement consulaire », in *Ecrits et discours juridiques et politiques*, PUAM, 1988, p. 21.
- « Discours de présentation du Code civil prononcé le 3 frimaire an X », in *Discours et rapports sur le Code civil*, Presses universitaires de Caen, coll. « Bibliothèque de philosophie politique et juridique », 2010, p. 90.
- REMY P.**, « La "responsabilité contractuelle" : histoire d'un faux concept », *RTD civ.*, 1997, p. 323.

RENUCCI J.-F., « L'identité du cocontractant », *RTD com.*, 1993, p. 441.

RENET T.

« Une philosophie générale », *Revue des contrats*, Hors-série : « La réforme du droit des contrats : quelles innovations ? », 2016, p. 5.

« Les critères du contrat d'adhésion », *D.*, 2016, p.1771.

RICARD X., CHAUNU C. et JOSSIER L., « Le rôle du notaire dans l'encadrement du smart contract », *JCP N.*, 2021, p. 1280.

ROCHFELD J.

« Accomplissement de certaines formalités contractuelles par voie électronique. Le temps et les formes aplatis de l'univers électronique », *RTD civ.*, n° 4, 2005, p. 843.

« Les modes temporels d'exécution du contrat », *Revue des contrats*, n° 1, 2004, p. 47.

ROUHETTE G., « La définition du contrat et la méthode juridique française », *Droits - Revue française de théorie juridique*, n° 12 (le contrat), 1990, p. 59.

SERIAUX A., « Conception juridique d'une opération économique : le paiement », *RTD civ.*, 2004, p. 225.

SOULEZ M., LEFEVRE K. et ZLOTYKAMIEN C., « La blockchain serait-elle l'avenir de la musique ? », *Propriétés intellectuelles*, n° 65, oct. 2017, p. 27.

STOFFEL-MUNCK P., « La preuve du paiement d'une somme d'argent deviendrait-elle libre ? », *CCE*, n° 2, fév. 2005, p. 31.

STREIFF V., « Blockchain et propriété immobilière : une technologie qui prétend casser les codes », *Droit et Patrimoine*, n° 262, oct. 2016, p. 24.

SUPIOT A., « La contractualisation de la société », *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n° 43, 2001, p. 51.

TALLON T., « L'évolution des idées en matière de contrats : survol comparatif », *Droits - Revue française de théorie juridique*, n° 12 (le contrat), 1990, p. 81.

TERRE F.

« Présentation », *Archives de philosophie du droit*, n° 44 : *L'obligation*, Dalloz, 2000, p. 9.

« Le contrat à la fin du XXe siècle », *Revue des sciences morales et politiques*, 1995, p. 299.

THEOCHARIDI E., « La conclusion des smart contracts : révolution ou simple adaptation ? », *AJ Contrat*, n° 161, 2018, p. 48.

TSOUKIAS A., « Pourquoi les problèmes d'une armée byzantine aident à construire une confiance distribuée ? », *JCP E*, 2017, p. 1468.

DE VAUPLANE H.

« Comment la token economy transforme la finance », *Revue Banque*, n° 813, 2017.

« Quelle régulation pour les offres publiques en cryptomonnaies (ICO) ? », *Revue Banque*, n° 810, 2017.

« La blockchain défiera-t-elle la règle ? », *RDBF*, n° 6, 2016, p. 115.

« Le financement intermédié face à la crise de confiance des investisseurs », *Revue Droit & Affaires*, n° 11, avr. 2013, p. 15.

VERBIEST T., « Technologies de registre distribué (blockchain): premières pistes de régulation », *RLDI*, n° 129, 2016, p. 52.

VILLAGE DE LA JUSTICE, « Le Legal design, une méthode pour imaginer de nouveaux services juridiques », sur le site *Village de la Justice*, 24 avr. 2019 (en ligne : <https://www.village-justice.com/articles/legal-design-une-methode-pour-imaginer-nouveaux-services-juridiques,25730.html>).

VILLEY M., « Préface historique à l'étude des notions de contrat », *Archives de philosophie du droit*, n° 13 : *Sur les notions du contrat*, Sirey, 1968, p. 1.

WAGNER P. et M., « L'essor de la legaltech française : l'exemple de Captain Contrat », *D. IP/IT*, 2017, p. 327.

ZOLYNSKI C., « Blockchain et smart contracts : premiers regards sur une technologie disruptive », *RDBF*, 2017, n°1, dossier 4.

8. *Articles de doctrine en anglais*

AGNIKHOTRAM S. et KOUROUTAKIS A., « Doctrinal Challenges for the Legality of Smart Contracts: Lex Cryptographia or a new, "smart" way to contract? », *Journal of High Technology Law*, XIX, n° 2, 2019, p. 300-328.

ALLEN J. G., « Wrapped and Stacked: "Smart Contracts" and the Interaction of Natural and Formal Languages », *European Review of Contract Law*, vol. 14, n° 4, 7 août 2018, p. 307-343 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3297425>).

BLEMUS S., « Law and Blockchain: A Legal Perspective on Current Regulatory Trends Worldwide », *RTDF*, 2017, n° 4, déc., p. 1.

BORGOGNO O., « Smart Contracts as the (New) Power of the Powerless? The Stakes for Consumers », *European Review of Private Law*, n° 6, 2018, p. 885-902 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3330586>).

BROWN R. L., « The Art of Reading Lochner », *NYU Journal of Law & Liberty*, vol. 1, n° 1, 2005, p. 570-589.

CARDON D., « Ricardian contracts — legally binding agreements on the blockchain », sur le site *Medium*, 30 nov. 2017 (en ligne : <https://medium.com/ltonetwork/ricardian-contracts-legally-binding-agreements-on-the-blockchain-4c103f120707>).

CASEY A. J. et NIBLETT A., « Self-Driving Contracts », *Journal of Corporation Law*, vol. 43, 2017, p. 100-132 (en ligne : <http://www.ssrn.com/abstract=2927459>).

CATCHLOVE P., « Smart Contracts: A New Era of Contract Use », 1^{er} déc. 2017 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3090226>).

COHN A., WEST T. et PARKER C., « Smart after all: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids », *Georgetown Law Tech Review*, vol. 1, 2017, p. 273-297.

COHNEY S. et HOFFMAN D. A., « Transactional Scripts in Contract Stacks », *Minnesota Law Review*, n° 105, 2020, p. 319-388.

COHNEY S., HOFFMAN D. A., SKLAROFF J. et WISHNICK D., « Coin-Operated Capitalism », *Columbia Law Review*, vol. 119, n° 3, avr. 2019, p. 591-676.

- DUROVIC M.** et **JANSSEN A.**, « The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law », *European Review of Private Law*, vol. 6, 2019, p. 753-772.
- EASTERBROOK F. H.**, « Cyberspace and the Law of the Horse », *University of Chicago Legal Forum*, 1996, p. 207-216.
- FAIRFIELD J. A. T.**, « Smart Contracts, Bitcoin Bots, and Consumer Protection », *Washington and Lee Law Review Online*, vol. 71, n° 2, 2014, p. 35-50.
- FARRELL S.**, **MACHIN H.** et **HINCHLIFFE R.**, « Lost and found in smart contract translation - considerations in transitioning to automation in legal architecture », *Journal of International Banking Law and Regulation*, vol. 33, n° 1, 2018, p. 24-31.
- GRIFFITHS D.**, « Contracting on the Internet », *European intellectual property review*, 1987, p. 13.
- GRIGG I.**,
 « On the intersection of Ricardian and Smart Contracts », fév. 2015 (en ligne : https://iang.org/papers/intersection_ricardian_smart.html#ref_wip).
 « The Ricardian Contract », 2004 (en ligne : https://iang.org/papers/ricardian_contract.html).
- GRIMMELMANN J.**, « All Smart Contracts Are Ambiguous », *Journal of Law & Innovation*, vol. 2, n° 1, 17 juin 2019, p. 1-22.
- HEUDEBERT P.** et **LEVENEUR C.**, « Blockchain, Disintermediation and the Future of the Legal Professions », *Cardozo International & Comparative Law Review*, vol. 4, n° 1, 2020, p. 275-319.
- ISDA** et **LINKLATERS**, *Whitepaper: Smart Contracts and Distributed Ledger - A Legal Perspective*, 2017 (en ligne : <https://www.isda.org/a/6EKDE/smart-contracts-and-distributed-ledger-a-legal-perspective.pdf>).
- JACCARD G.**, « Smart Contracts and the Role of Law », *Jusletter IT*, vol. 23, nov. 2017 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3099885>).
- KAAL W. A.** et **CALCATERRA C.**, « Crypto Transaction Dispute Resolution », 2017 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=2992962>).
- KREIS FALCO K. M.**, « Smart Contracts and Dispute Resolution – A Chance to Raise Efficiency? », *ASA Bulletin*, 2019, p. 336-357.
- LESSIG L.**, « Code Is Law - On Liberty in Cyberspace », *Harvard Magazine*, 1^{er} janv. 2000 (en ligne : <https://harvardmagazine.com/2000/01/code-is-law.html>).
- LEVY K. E. C.**, « Book-Smart, Not Street-Smart: Blockchain-Based Smart Contracts and The Social Workings of Law », *Engaging Science, Technology, and Society*, vol. 3, 17 fév. 2017, p. 1-15 (en ligne : <https://estsjournal.org/index.php/ests/article/view/107>).
- LIPSHAW J. M.**, « The Persistence of “Dumb” Contracts », *Stanford Journal of Blockchain Law & Policy [Internet]*, vol. 2, 21 janv. 2019 (en ligne : <https://stanford-jblp.pubpub.org/pub/persistence-dumb-contracts/release/1>).
- MIK E.**, « Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity », *Law, Innovation and Technology*, vol. 9, n° 2, 2017, p. 269-300 (en ligne : https://ink.library.smu.edu.sg/sol_research/2341).

MÖSLEIN F., « Legal Boundaries of Blockchain Technologies: Smart Contract as Self-Help? », in *Digital Revolution: Challenges for Contract Law in Practice*, R. SCHULZE et D. STAUDENMAYER (dir.), Nomos, 2016, p. 313-326.

ORCUTT M., « States that are passing laws to govern “smart contracts” have no idea what they’re doing », *MIT Technology Review*, 29 mars 2018 (en ligne : <https://www.technologyreview.com/2018/03/29/144200/states-that-are-passing-laws-to-govern-smart-contracts-have-no-idea-what-theyre-doing/>).

O’SHEIELDS R., « Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain », *North Carolina Banking Institute*, vol. 21, n° 1, 2017, p. 177-194.

PONCIBÓ C. et **DIMATTEO L. A.**, « Quandary of Smart Contracts and Remedies: The Role of Contract Law and Self-Help Remedies », *European Review of Private Law*, vol. 26, n° 6, 1^{er} déc. 2018, p. 805-824.

RASKIN M., « The Law and Legality of Smart Contracts », *Georgetown Law Tech Review*, vol. 1, n° 2, 2017, p. 305-341.

ROHR J. G., « Smart Contracts and Traditional Contract Law, or: The Law of the Vending Machine », *Cleveland State Law Review*, vol. 67, n° 1, 2019, p. 71-92.

ROHR J. et **WRIGHT A.**, « Blockchain-Based Token Sales, Initial Coin Offerings, and the Democratization of Public Capital Markets », *Hastings Law Journal*, vol. 70, 2017, p. 463-524.

ROSENBERG A., « Automatic Contracts and the Automatic Stay », *American Bankruptcy Institute Journal*, 18 juill. 2019, p. 18-19 (en ligne : http://www.mrthlaw.com/wp-content/uploads/2019/07/feature1_07-19.pdf).

ROTHRIE S., « How Ricardian Smart Contracts Enable Blockchain Adoption », 30 août 2018 (en ligne : <https://coincentral.com/ricardian-smart-contracts/>).

SCHÄR F., « Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-based Financial Markets », 8 mars 2020 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3571335>).

SCHOLZ L. H., « Algorithmic Contracts », *Stanford Technology Law Review*, vol. 20, 2017, p. 128-169.

SCHULZE R. et **STAUDENMAYER D.**, « Digital Revolution - Challenges for Contract Law », in *Digital Revolution: Challenges for Contract Law in Practice*, R. SCHULZE et D. STAUDENMAYER (dir.), Nomos, 2016, p. 19-32.

SCHUSTER E.-P., « Cloud Crypto Land », 2018 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=3476678>), version révisée publiée dans *The Modern Law Review*, vol. 84, 2021, p. 974-1004.

SKLAROFF J. M., « Smart Contracts and the Cost of Inflexibility », *University of Pennsylvania Law Review*, vol. 166, 2018, p. 263-303.

SOLUM L. B., « Originalism Versus Living Constitutionalism: The Conceptual Structure of the Great Debate », *Northwestern University Law Review*, vol. 113, n° 6, avr. 2019, p. 1243-1296.

STARK J.

« Making Sense of Blockchain Smart Contracts », sur *CoinDesk*, 4 juin 2016 (en ligne : <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts/>).

« How Close Are Smart Contracts to Impacting Real-World Law? », sur *CoinDesk*, 11 avr.

2016 (en ligne : <https://www.coindesk.com/blockchain-smarts-contracts-real-world-law>).

SURDEN H.,

« Machine Learning and Law », *Washington Law Review*, vol. 89, 2014, p. 87-115.

« Computable Contracts », *UC Davis Law Review*, vol. 46, 2012, p. 629-700.

SZABO N.

« A Formal Language for Analyzing Contracts », sur *Nakamoto Institute*, 2002 (en ligne : <https://nakamotoinstitute.org/contract-language/>).

« Formalizing and Securing Relationships on Public Networks », *First Monday*, 1^{er} sept. 1997 (en ligne : <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>).

« The Idea of Smart Contracts », 1997 (en ligne : <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>).

« Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets », 1996 (en ligne : https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html).

« Smart Contracts Glossary », 1995 (en ligne : https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_glossary.html).

« Smart Contracts », 1994 (en ligne : <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>).

SZCZERBOWSKI J. J., « Place of Smart Contracts in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation », 9 nov. 2017 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=3095933>).

TEMTE M. N., « Blockchain Challenges Traditional Contract Law: Just How Smart Are Smart Contracts? », *Wyoming Law Review*, vol. 19, n° 1, 2019, p. 87-120.

THE CARDOZO BLOCKCHAIN PROJECT, « *Smart Contracts* » & *Legal Enforceability*, 2018.

VERSTRAETE M., « The Stakes of Smart Contracts », *Loyola University Chicago Law Journal*, vol. 50, 2019, p. 743-794.

WERBACH K., « Trust, but Verify: Why the Blockchain Needs the Law », *Berkeley Technology Law Journal*, vol. 33, 2018, p. 489-552.

WERBACH K. et **CORNELL N.**, « Contracts Ex Machina », *Duke Law Journal*, vol. 67, 18 mars 2017, p. 313-382.

WRIGHT A. et **DE FILIPPI P.**, « Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia », 2015 (en ligne : <https://www.ssrn.com/abstract=2580664>).

YERMACK D., « Corporate Governance and Blockchains », *Review of Finance*, 10 janv. 2017, p. 7-31.

YOUNG C. R., « A Lawyer's Divorce: Will Decentralized Ledgers and Smart Contracts Succeed In Cutting Out the Middleman? », *Washington University Law Review*, vol. 96, 2018, p. 649-679.

9. *Références non juridiques*

« The trust machine. The technology behind bitcoin could transform how the economy works », *The Economist*, 31 oct. 2015.

AXA, « AXA se lance sur la Blockchain avec fizzy », 13 sept. 2017 (en ligne : <https://www.axa.com/fr/magazine/axa-se-lance-sur-la-blockchain-avec-fizzy>).

BABINET G. et JEANNEAU C., « La Blockchain, une révolution qui va changer le monde », *La Tribune*, 5 fév. 2016 (en ligne : <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/la-blockchain-une-revolution-qui-va-changer-le-monde-547576.html>).

BARLOW J. P., « A declaration of the Independence of Cyberspace », 8 fév. 1996 (en ligne : <https://www.eff.org/cyberspace-independence>).

BEELEN A., *Tout sur la blockchain et ses applications*, Anthemis, 2021.

BEZAUT O et GOEPP D., *EDI: une nouvelle approche du système d'information*, Tenorconseil, 1993.

« Binance NFT Marketplace to Feature Tokenized Art, Including Leonardo da Vinci, from The State Hermitage Museum », sur *Binance blog*, 26 juillet 2021 (en ligne : <https://www.binance.com/en/blog/nft/binance-nft-marketplace-to-feature-tokenized-art-including-leonardo-da-vinci-from-the-state-hermitage-museum-421499824684902408>).

CHEN J., XIA X., LO D. et GRUNDY J., « Why Do Smart Contracts Self-Destruct? Investigating the Selfdestruct Function on Ethereum », *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, vol. 31, n° 2, 30 avr. 2022, p. 1-37.

CHRISTIDIS K. et DEVETSIKIOTIS M., « Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things », *IEEE Access*, vol. 4, 2016, p. 2292-2303 (en ligne : <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7467408>).

CHRISTIE'S, « Christie's Surpasses \$100M in NFT Sales - Press Release », 2021.

CLACK Christopher D., BAKSHI V. A. et BRAINE L., « Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions », *Barclays Bank PLC*, vol. 2016-2017, 15 mars 2017 (en ligne : <http://arxiv.org/abs/1608.00771>).

CURRAN B., « What is DeFi? Understanding The Decentralized Finance Landscape », sur *Blockonomi*, 24 oct. 2019 (en ligne : <https://blockonomi.com/what-is-decentralized-finance-defi/>).

DELAHAYE J.-P., « La puissance de la blockchain », sur <http://www.scilog.fr/complexites/la-puissance-de-la-blockchain/>, 15 nov. 2014.

DIFFIE W. et HELLMAN M., « New directions in cryptography », *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 22, n° 6, nov. 1976, p. 644-654 (en ligne : <http://ieeexplore.ieee.org/document/1055638/>).

FABRY P., « Libéral, libertaire ou libertarien ? Ping-pong linguistique et foire d'empoigne sémantique », sur *Historionomie*, 9 avr. 2015 (en ligne : <http://historionomie.canalblog.com/archives/2015/04/09/31865630.html>).

FAGUER A., « Le luxe à l'assaut du métavers », *Les Echos - Série limitée*, 3 mars 2022 (en ligne : <https://serielimitee.lesechos.fr/mode/news/0701056257015-le-luxe-a-lassaut-du->

[metavers-2460085.php](#)).

FATEMI F., « Here's How NFTs Could Define The Future Of Music », 24 janvier 2022 (en ligne : <https://www.forbes.com/sites/falonfatemi/2022/01/24/nfts-and-the-future-of-music/?sh=31b7a74c5677>).

FAVIER J., LECRIVAIN J.-S. et TAKKAL-BATAILLE A., *Bitcoin et protocoles à blockchain. Comprendre l'avènement de la seconde ère numérique*, Mardaga, coll. « Gestion, Entreprise, Finance », 2019.

FINES SCHLUMBERGER J.-A. (dir.), GEOFFRON P., VOISIN S. et CHAMPSAVOIR P., *Livre Blanc : Blockchains et développement durable*, Blockchain X et Institut Louis Bachelier, 2020 (en ligne : <https://www.institutlouisbachelier.org/wp-content/uploads/2021/03/livre-blanc-blockchains-developpement-durable.pdf>).

FISCHER F., « Une éthique du numérique ? », sur *Cigref*, 13 janv. 2016 (en ligne : <https://www.cigref.fr/archives/entreprise2020/une-ethique-du-numerique/>).

GOLDSMITH J. et WU T., *Who Controls the Internet?: Illusions of a Borderless World*, Oxford University Press, 2006.

GOODENOUGH O. R., SALKIND S. et SURDEN H., *Computable Contracts Project: Executive Summary*, CodeX: The Stanford Center for Legal Informatics, 2017.

HERN A., « I read all the small print on the internet and it made me want to die », *The Guardian*, rubrique « Technology », 15 juin 2015.

(en ligne : <https://www.theguardian.com/technology/2015/jun/15/i-read-all-the-small-print-on-the-internet>).

HUGHES E., « A Cypherpunk's Manifesto », sur *Activism.net*, 9 mars 1993 (en ligne : <https://activism.net/cypherpunk/manifesto.html>).

HUNNICUTT T., « SEC denies a second application to list bitcoin product », *Reuters*, 28 mars 2017.

IANSITI M. et LAKHANI K. R., « The Truth about Blockchain », *Harvard Business Review*, vol. 95, n° 1, fév. 2017, p. 118-127.

INSEE, « Une personne sur six n'utilise pas Internet, plus d'un usager sur trois manque de compétences numériques de base », *Insee Première*, n° 1780, oct. 2019.

JEANNEAU C., *Impact écologique des blockchains et cryptomonnaies : idées reçues et réalités*, Blockchain Partner, 2019.

KHAZZAKA M., *Bitcoin : Efficience énergétique des cryptopaiements*, Valuechain, 2022.

KIM A., SNG D. et YU S., « An Examination of the Feasibility of a State Attack on Bitcoin », 13 mai 2014, p. 32 (en ligne : <https://www.cs.princeton.edu/~arvindn/teaching/spring-2014-privacy-technologies/state-attack.pdf>).

LAMPORT L., SHOSTAK R. et PEASE M., « The Byzantine Generals Problem », *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, vol. 4, n° 3, 1982, p. 382-401.

LEDERER E., « Quand une banque interdit à son client d'investir en crypto-monnaies », *Les Echos*, 24 mai 2019.

LEE J., « How Much Have ICOs Raised in 2018? Depends on Who You Ask », *Bloomberg*, 5 nov. 2018 (en ligne : <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-11-05/how-much-have-token-sales-raised-in-2018-depends-on-who-you-ask>).

LEWIS A., « A Gentle Introduction to Blockchain Technology », sur *Bits on Blocks*, 9 sept. 2015 (en ligne : <https://bitsonblocks.net/2015/09/09/gentle-introduction-blockchain-technology/>).

MANGIN L., « Terminator et la petite fleur », *Pour la science*, n° 475, 26 avr. 2017, p. 86.

MASSE M., « Libertin, Libertaire, Libertarien », *Le Québécois Libre*, déc. 1999, p. 2.

MAY T.

« Crypto Anarchy and Virtual Communities », sur *Satoshi Nakamoto Institute*, 1994 (en ligne : <https://nakamotoinstitute.org/virtual-communities/>).

« The Cyphernomicon: Cypherpunks FAQ and More, Version 0.666 », sur *Satoshi Nakamoto Institute*, 10 sept. 1994 (en ligne : <https://nakamotoinstitute.org/static/docs/cyphernomicon.txt>).

« The Crypto Anarchist Manifesto », sur <https://activism.net/cypherpunk/crypto-anarchy.html>, 22 nov. 1992 (en ligne : <https://activism.net/cypherpunk/crypto-anarchy.html>).

DE MOMBYMES Y., « Anarchie, cypherpunk et liberté : les racines philosophiques du bitcoin », sur *Contrepoints.org*, 17 mars 2018 (en ligne : <https://www.contrepoints.org/2018/03/17/311911-anarchie-cypherpunk-et-liberte-les-racines-philosophiques-du-bitcoin>).

NAKAMOTO S., « Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System », 31 oct. 2008 (en ligne : <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>).

OPENLAW, « Controlling Autonomy: A New Tool to Stop Smart Contracts Once Executed », sur *Medium*, 8 août 2018 (en ligne : <https://media.consensys.net/controlling-autonomy-a-new-tool-to-stop-smart-contracts-once-executed-bc9de699bca0>).

OSISANWO F., **KUYORO S.** et **AWODELE O.**, « Internet Refrigerator –A typical Internet of Things (IoT) », dans *3rd International Conference on Advances in Engineering Sciences and Applied Mathematics (ICAESAM'2015)*, March 23-24, 2015 London (UK), International Institute of Engineers, 2015, p. 59-63 (en ligne : <http://iieng.org/siteadmin/upload/2602E0315051.pdf>).

PILKINGTON M., « Blockchain Technology: Principles and Applications », 18 sept. 2015 (en ligne : <https://papers.ssrn.com/abstract=2662660>).

POLROT S.

« Les Oracles, lien entre la blockchain et le monde », sur *Ethereum France*, 13 sept. 2016 (en ligne : <https://www.ethereum-france.com/les-oracles-lien-entre-la-blockchain-et-le-monde/>).

« Smart contract », ou l'engagement auto-exécutant », sur *Ethereum France*, 20 mars 2016 (en ligne : <https://www.ethereum-france.com/smart-contract-ou-le-contrat-auto-executant/>).

POPPER N.

« Decoding the Enigma of Satoshi Nakamoto and the Birth of Bitcoin - The New York Times », sur *The New York Times*, 15 mai 2015 (en ligne : <https://www.nytimes.com/2015/05/17/business/decoding-the-enigma-of-satoshi-nakamoto-and-the-birth-of-bitcoin.html>).

- « A Hacking of More Than \$50 Million Dashes Hopes in the World of Virtual Currency », sur *The New York Times*, 17 juin 2016 (en ligne : <https://www.nytimes.com/2016/06/18/business/dealbook/hacker-may-have-removed-more-than-50-million-from-experimental-cybercurrency-project.html>).
- RAUCHS M., BLANDIN A., KLEIN K., PIETERS G., RECANATINI M. et ZHANG B.**, *2nd Global Cryptoasset Benchmarking Study*, Cambridge, Cambridge Centre for Alternative Finance, 2018.
- RIVEST R. L., SHAMIR A. et ADLEMAN L.**, « A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems », 1^{er} sept. 1977, p. 15 (en ligne : <https://people.csail.mit.edu/rivest/Rsapaper.pdf>).
- ROGNETTA J.**, « Gloires et misères des NFT », *Le nouvel Economiste*, sept. 2022, p. 57.
- ROLLAND A.**, *L'usage des technologies de l'information et de la communication par les ménages entre 2009 et 2019*, Insee, 2020.
- ROSSIGNOL C.**, « Métavers : “Les notaires seront les garants neutres de la compliance et de la sécurité” », *Le Journal du Dimanche*, 21 mai 2022.
- SABLIÈRE J.**, *De l'automate à l'automatisation. Textes de Heron d'Alexandrie, François-Joseph Camus, Jacques de Vaucanson, Salomon de Caus, Joseph Engramelle, Joseph Farcot, Willam Ross Ashby, présentés par Jean Sablière*, Gauthier Villars éditeur, coll. « Grands classiques des sciences et techniques “Une invention dans les textes” », 1966.
- SHARMA R.**, « What Crackdown? ICOs Have Raised Almost \$2 Billion This Year », sur *Investopedia*, 25 juin 2019 (en ligne : <https://www.investopedia.com/news/what-crackdown-icos-have-already-raised-almost-2-billion-already-year/>).
- STUDENY C.**, *L'invention de la vitesse : France, XVIIIe-XXe siècle*, Gallimard, coll. « Bibliothèque des histoires », 1995.
- STUDIOS BTC**, « Yes, Bitcoin Can Do Smart Contracts and Particl Demonstrates How », sur *Bitcoin Magazine*, 13 oct. 2017 (en ligne : <https://bitcoinmagazine.com/articles/yes-bitcoin-can-do-smart-contracts-and-particl-demonstrates-how>).
- TURING A. M.**, « Computing Machinery and Intelligence », *Mind*, n° 59, 1950, p. 433-460 (en ligne : http://www.espace-turing.fr/IMG/pdf/Computing_Machinery_and_Intelligence_A-M-Turing.pdf).
- WAGSTAFF K.**, « You'd Need 76 Work Days to Read All Your Privacy Policies Each Year », *Time*, 6 mars 2012 (en ligne : <https://techland.time.com/2012/03/06/you-d-need-76-work-days-to-read-all-your-privacy-policies-each-year/>).
- WALD Eliot**, « Build a Better Vending Machine... and, Well, the Rest is History », *Washington Post*, 3 juin 1979 (en ligne : <https://www.washingtonpost.com/archive/lifestyle/1979/06/03/build-a-better-vending-machine-and-well-the-rest-is-history/f08fe6f4-0ab0-4503-8b68-129521e91c9d/>).
- WOITIER C.**, « Pourquoi Carrefour a acheté un terrain virtuel dans le métavers », *Le Figaro*, 31 janv. 2022 (en ligne : <https://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/pourquoi-carrefour-a-achete-un-terrain-virtuel-dans-le-metavers-20220131>).
- WOOD G.**, « Ethereum: a Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger », 2015 (en ligne : <https://gavwood.com/paper.pdf>).

WOOD M., « AXA withdraws blockchain flight delay compensation experiment », sur *Ledger Insights - enterprise blockchain*, 11 nov. 2019 (en ligne : <https://www.ledgerinsights.com/axa-blockchain-flight-delay-compensation/>).

Index

Les chiffres renvoient aux numéros des paragraphes

-A-

- Actifs numériques** 7, 33
_et smart contracts 268 s.
définition légale 578
distinctions 578
réglementation 578
utilisations 55
- Action directe** 592
dans les chaînes de contrat, v. *chaîne de contrats*
incompatibilité avec les smart contracts 593
- Action en justice** : v. *juge*
- Agent informatisé** (*smart agent*) 161 s.
_et smart contracts 164
conclusion de smart contracts 168 s., 170
définition 163
degrés d'autonomie 164
représentation 515 s., spéc. **518, 520**
rôle dans le contrat 165 s., 354, 515
volonté propre (non) 165, 516, 519
- Anéantissement**
contrat, v. *sanctions*
smart contract, v. *selfdestruct*
- Anonymat** v. *pseudonymat*
- Anticipation**
arrêt du smart contract 544, 626, 631, 670
modification du smart contract 196 s., 215, 618
restitutions 730
_lors de la rédaction du smart contract 195, 214, 215, 287 s., 651, 685
- Arbitrage**, 678
contrats d'affaires 324
sur blockchain 20, 680
Kleros 20
- Audit** : v. *code informatique*
- Avenant**
par smart contract (v. *smart avenant*)

-B-

- Bitcoin**
première blockchain 53, 69
prêt 433
smart contract 34
- Blockchain**
_et smart contracts, v. *smart contracts*
caractéristiques 81, 176
autonomie limitée (cécité) 220, 230
horodatage, v. *horodatage*
immuabilité 77, 80, 190 s., 549, 616
imperméabilité 203 s.
transparence 52, 177 s.
cas d'usage 7, **55 s.**,
consensus, v. *consensus*
consommation d'énergie 5, 71
crypto-anarchistes (v. *cypherpunks*)
darknet 5
définition 4, 83, **84, 85**
distinctions 86 s.
blockchain de consortium 89
blockchain privée 89
blockchain publique 88
fonctionnement 51 s., 70 s.
genèse 53, 59 (v. aussi, *Satoshi Nakamoto*)
piratage, v. *hack*
régulation 7, 33
soumission au droit 17 s., **22**
utilité 4, 54
vocabulaire 6

Bonne foi 254 s., 260, 459

-C-

- Capacité** 512 s.
et pseudonymat 513 s.
représentation, v. *agent informatisé*
- Cession de créance** 634 s.
à titre de garantie 641 s.
efficacité 637 s.
opposabilité des exceptions 640
validité 636

Chaîne de blocs, 4 ; v. *blockchain*

Chaîne de contrats 596, 597

Clause abusive 462
_et smart contracts 527, 528
sanction 462, 525

Clause informatisable 454 s.
définition 455, 456
identification 456, 458
illustrations 457

Clause pénale 700

Clause résolutoire, v. *résolution*

Code informatique
audit 245, 246, 631
commentaires en langage naturel 242
compétences 240, 244
déterminisme
erreurs 21, **281 s.**
illettrisme 237
infaillibilité 21
inflexibilité 248 s., 459
intelligibilité 234, 236, 238, 240, 503, 506
interprétation, v. *interprétation*
logique conditionnelle 57, **96**, 252, **455**
programmation 96, 239
rôle des juristes 244, 460

Code is law 19

Code source, v. *Annexe 4 - Lexique*
distinction avec les autres codes
informatiques 239

Condition
_et smart contract 562, 563
licite 564
logique conditionnelle, v. *code informatique (logique conditionnelle)*
potestative 564
renonciation 565
résolutoire 563
suspensive 562

Conditions générales 132
_et smart contracts **369**
contrat emballé (*wrap contract*) 131
réalité du consentement 132, 353

Consensus
preuve d'enjeu (*proof of stake*) 71
preuve de travail (*proof of work*) 71
validation par_ 66, 71, 74, 75

Consentement

absence de_ 503, 504, 505
erreur obstacle 505
conditions générales, v. *conditions générales*
éclairé à l'ère numérique 507 s.
intelligibilité du smart contract, v. *code informatique (intelligibilité)*
réel et sérieux 502 s.
renforcement 508, 510

Contentieux : v. *juge et pseudonymat*
déplacement *ex ante* vers *ex post* 467, 622, 631, 640, 738
sanctions : v. *sanctions*

Contenu 521 s.
déterminable 523, 524
illicite 525 s.
impératif 461 s.
obligation informatisable, v. *obligation informatisable*
obligationnel, distinction 375

Contractualisation 16, 129, 133, 172

Contrat
_et smart contract v. *smart contract*
_informatisable, v. *contrat informatisable*
autonomie de la volonté, v. *volonté*
catégories 400 s.
conclusion par voie électronique, v. *contrat conclu par voie électronique*
contenu, v. *contenu*
d'adhésion 349,
définition 342
effet relatif, v. *effet relatif*
exécution, v. *exécution*
force obligatoire, v. *force obligatoire*
formation, v. *formation*
inexécution, v. *inexécution*
liberté contractuelle, v. *liberté contractuelle*
preuve, v. *preuve*
qualification, v. *qualification*
sanctions, v. *sanctions*
validité, v. *contrat informatisable (validité)*

Contrat conclu par voie électronique 120 s.
adaptation du droit 123
comparaison avec les smart contracts 126
définition 124
double clic, v. *double clic*
_et vitalité contractuelle 127 s.

Contrat « emballé » (*wrap contract*)
v. *conditions générales*

Contrat hybride 329 s.
conditions générales, v. *conditions générales*
couches contractuelles 331 s.
recours 529

Contrat informatisable 388 s., 416
analyse 391 s., 404 s.
clauses, v. *clause informatisable*
computable contracts 135 s., 388
_ et smart contracts 138, 139
contrat ricardien 136
conclusion 424 s., 431 s.
délai de réflexion et de rétractation 442
double clic 435
liberté 428
moment de_ 436 s., spéc. **440**
offre et acceptation 429
perfection du contrat 429, 430, 442
rôle de la signature cryptographique
426 s., **430**
consensuel 402, 429
contrat hybride, v. *contrat hybride*
d'adhésion 401, 427, 430, 715, 718
définition 390 s., spéc. 394
distinctions 391
négociation 427
preuve, v. *preuve*
pur smart contract, v. *pur smart contract*
qualification 388 s., 575, et v. *qualification*
représentation, v. *agent informatisé*
spécial
vente 432
prêt 433
dépôt 434
spécificité 395 s., spéc. **397**
validité 500 s.

Convention de recours au smart contract
556,
proposition de rédaction, v. *Annexe 3*

Cryptographie 18
_asymétrique 65, 72, 73
chaînage cryptographique 67, 77
problème des généraux byzantins 64
signature cryptographique 65 (v. aussi
signature)

Cryptomonnaie
_et monnaie 578
paiement 578

utilisation 7

Cypherpunks 18, 19, 53, 59 s.
innovations préalables à la blockchain 60-
68

-D-

DAO (Decentralized Autonomous Organisation)

_et smart contracts 305
définition 305
personnalité juridique (non) 305
TheDAO 21

DeFi (Finance décentralisée) 7

_et smart contracts 304
cadre juridique 315, 361, 369
définition, v. *Annexe 4 – Lexique*

Dépôt 308, 363, 434, 457
Séquestre, v. *séquestre*

Dispositif d'enregistrement électronique partagé (DEEP) 7 (v. aussi *Annexe 4 – Lexique*).

Distributeur automatique, 1, 142
smart contract, 2, 94, 206.

DLT (distributed ledger technology), 86 ;
v. *Annexe 4 – Lexique*

Données
_off-chain 100, 203
_on-chain 100, 203, 220
oracle 101, 226

Double clic 123, 352, 435

Droit applicable
dans le temps 443
droit international privé, v. *loi applicable*

Droit comparé 25, 27 s.

Droit des contrats
_et smart contracts, v. *smart contracts*
standards, v. *standard*

-E-

Écrit électronique 473 s., 497
intelligibilité
contrat hybride 475

pur smart contract 475
intégrité 477 s.
imputabilité, v. *signature*

EDI (échange de données informatisé) 109 s.
absence de contentieux 115
accord d'interchange 113, 118, 556,
Annexe 5
définition, 110
précurseur des smart contracts 116, 117

Effet légal 384,385

Effet de plein droit 386

Effet relatif 585 s.
actions offertes au créancier 592 s.
action directe, v. *action directe*
promesse de porte-fort, v. *promesse de porte-fort*
stipulation pour autrui, v. *stipulation pour autrui*

Empreinte numérique : v. *Hash*

Erreur 281
conséquences sur le smart contract 284 s.
de l'oracle 228, 660
de programmation 282, 657, 658, 714
de traduction 283, 659
_obstacle, v. *consentement*

Ethereum
_et smart contracts 3, 11, 34, 58, 98
consensus 71, 75
création 98
Vitalik Buterin 11, 98

Ethique
du numérique 15

Exception d'inexécution 663, 686-692,
aménagement conventionnel 689, *Annexe 3*

Exécution (par smart contract)
analyse de l'exécution par smart contract,
12, **206 s.**, **214**, 316
caractéristiques du smart contract
automatique 2, 206
infaillible (nuance) 94, 205
irrésistible 204, 205, 230, 543
_conforme, v. *Paiement*
déplacement du contentieux, v. *contentieux efficient breach of contract* 212
_forcée 704 s.

en nature 704, 705, 707
exclusion conventionnelle 709
limite de la disproportion 706
par un tiers 708
_indue 216, 217 s., 584, 631, **672 s.**
inexécution licite 210-211
modalités de l'obligation, v. *modalités*
pouvoir discrétionnaire **209 s.**
sanctions, v. *sanctions*

-F-

Force majeure 664 s.
aménagement conventionnel 670, *Annexe 3*
conditions 664 s.
effets sur le smart contract 668, 669

Force obligatoire 405, **414**
_et smart contracts 15, 406 s., 410 s.
Contrat informatisable 404 s., 412 s.

Formalisme

_et smart contracts 464
informatif 463
obligation d'information 508, 509
sanctions 463, 465

-H-

Hachage v. *hash*

Hack 80
The DAO 21

Hash 67

Horodatage 78, 439, 440

-I-

ICO 5, 7, 304
réglementation AMF 7

Identité cryptographique 181

Imprévision 194, 621

Inexécution 652 s.
causes propres aux smart contracts 656 s.,
v. *erreur*
causes extrinsèques 662, et v. *force majeure*
sanctions, v. *sanctions*

Informatisable

Clause_, v. *clause informatisable*
Contrat_, v. *contrat informatisable*
Obligation_, v. *obligation informatisable*
Sanction_, v. *sanctions*

Intelligence artificielle 16, 142 s.

_et smart contracts 16, 141
définition 144
degrés d' « intelligence » 164
objet connecté, v. *objet connecté*
smart agent, v. *agent informatisé*

Internet of Things (IoT) : v. *Objet connecté*

Interprétation 601 s.

clause de priorité 608 s.
_des clauses juridiques 604, 605
_du code informatique 602
_du pur smart contract 615
_du smart contract 603
expert 608, 612, 613, 615
mise en œuvre de l'_ 614
règles d'interprétation 611 s.

Intuitus personae

décès du contractant 644 s.
obligation informatisable 452

-J-

Jeton, v. *token*

Juge

accès au- 679, 680
injonction 732
pouvoirs limités 622, 623, 681, 732
saisine 677

Juristes 13, 237, 460

-L-

Langage

formel 235 et v. *code informatique*
langue française 506
naturel 235

LCEN 123

Lex cryptographia 20

Libertarien, v. *cypherpunks*

Liberté contractuelle 444 s.

contenu du contrat 453 s., 461 s.
contracter ou ne pas contracter 447 s.
choix du contractant 450 s.
forme, 428, 445

Loi applicable 678

-M-

Métavers 16, 273

utilité des smart contracts 273

Modalités de l'obligation 560 s.

obligation conditionnelle 561 s.,
v. *condition*
obligation à terme 566 s., v. *terme*

Modèles

contrats 128
contrats hybrides 467
smart contracts 243, 467, 714

Modification 617, 618, 619, 623

du smart contract, v. *smart avenant*

Mutuus dissensus 617, 625

-N-

NFT (Non Fongible Token) 7

_et smart contracts 277, 304
définition, v. *Annexe 4 – Lexique*

Nick Szabo, 2, 12, 93, 303

Nœuds, v. *Annexe 4 – Lexique*, 74, 75, 79

Non-droit 19

Notion floue, v. *Standard*

-O-

Objet connecté (IoT) 146 s.

_et smart contract 150, 155, 157, 170
autonomie (non) 151 s., spéc. 154
définition 146
formation du contrat 148 s., 354
exécution du contrat 156 s.

Obligation informatisable (obligation exécutable par un smart contract) 381 s., 577 s.

_ et obligation de donner 382, (384)
_ et obligation de faire 382
_ et obligation de ne pas faire 383
identification 381 s.
monétaire 578

Offre 429

libre révocabilité 441
traduction informatique 441

Oracle 101 s.

définition 101 (et v. *Annexe 4 – Lexique*)
diversité 102
erreur 227, 228
Professions juridiques 225
Responsabilité 229
Rôle 101, 221

Ordonnances du 28 avril 2016 et du 8 décembre 2017 7

Ordre normatif autonome 16, 20, 465, 530, 550, 553, 745

-P-

Paiement

indu 584, 671
libératoire 571, 574, 583
nature juridique 572
parties au_ 582
preuve 580
_par smart contract 568 s., 573
qualification 570 s., 573, 575, 576

Partie faible

émancipation 169, 172, 529
protection 207

Plateformes

économie collaborative 130

Preuve 468 s.

convention de_ 490 s., 499
existence du contrat 492
juge 497
liberté 470, 487 s.
littérale 471 s. (v. également, *écrit électronique ; signature*)
paiement par smart contract 580

Programmation v. code informatique

Promesse de porte-fort 590

_ et smart contracts 591

Pseudonymat

_ et contentieux (pur smart contracts) 186, 325, 514, 529, 538, **677, 679, 680**
_ et droit 183 s.
blockchain publique 177, 180, 185
définition 180
distinction avec l'anonymat 180
incapacité du contractant, v. *capacité*
levée 187, 188
maintien 188

Pseudonyme : v. pseudonymat

Punctuation 368

Pur smart contract 322 s.

pseudonymat et contentieux,
v. *pseudonymat*
recours 324, 529
utilisation 322

-Q-

Qualification 337

critères du contrat 341-343
accord de volontés 346 s. (v. aussi, *volonté*)
effets juridiques recherchés 371-372
opération portant sur des obligations 373 s.
intérêt de qualifier les smart contracts 337, 339
_de contrat **345 s., 387**
contrat hybride 367 s., 377 s.
pur smart contract 358 s., 377 s., 379, 380
smart contract d'application 362 s., 377 s.
_ et contrat cadre 364 s.
_de paiement, v. *paiement*
double qualification du contrat
informatisable, 575

-R-

Registre distribué 51, 52, 56, 58, 63, 78

(v. aussi *Annexe 4 – Lexique*)
technologie de_ v. *DLT*

Résolution 695 s.

clause résolutoire 699
effets 696, 699

Responsabilité 710 s.

clause limitative 290, 722, *Annexe 3*
imputabilité du manquement 711, 712
cas du contrat d'adhésion 715
débiteur 714
oracle 713
programmeur 714
mise en jeu 716
préjudice 718

Restitutions 724 s.

cas 551, 614, 627, 631
en cryptomonnaie (aménagement conventionnel) 736, *Annexe 3*
en nature 726, 729, 732
en valeur 727, 733 s.
par smart contract 730, 731
régime général autonome 725

Révocation 624 s.

consensuelle 625, 626
effets 627
unilatérale 629, 630

-S-

Sanctions

de l'inexécution 676, 682 s.
exception d'inexécution, v. *exception d'inexécution*
exécution forcée, v. *exécution forcée*
réduction du prix 692 s.
résolution, v. *résolution*
responsabilité, v. *responsabilité*
des conditions de validité 531 s.
caducité 535, 539, 545
nullité 533
réputé non écrit 534
efficacité 541 s.,
informatisables 684 s.
non informatisables 703 s.
rétroactivité 547 s., spéc. **550**
rôle du juge, 536 s.

Satoshi Nakamoto 53

Selfdestruct (fonction) 442, 544, 545, 550, 626, 627, 628, 649, 699, 730

Séquestre 301, 314

Signature

contentieux 486
fiabilité 484 s.
exigence du règlement e-IDAS 484, 497
signature cryptographique 485

imputabilité de l'acte 479 s.
signature cryptographique 481, 482
rôle probatoire 184

Smart agent : v. *agent informatisé*

Smart avenant **198**, 199, 614, 620

Smart contract 57

_ et blockchain 3, 57, 97 s., 104
_ et contrat 9, 38 s., **312 s.**
_ et droit des contrats 8, 9, **14 s.**, 23, **41 s.**
caractéristiques 104
automaticité 2
autonomie (limitée) 20, 273
déterminisme 96, **266**
faillibilité 284 s.
immuabilité 191
inflexibilité 248 s.
et droit des contrats **253 s.**, 459, 466, 598, 622, 640
irrésistibilité, v. *exécution*
cas d'usage (exemples) 2, 57, 103, 207, **296 s.**
champ d'application limité 267 s., 291
critère de distinction 308 s., spéc. **312 s.**, 419
définition 2, 12, **92** (v. aussi *Annexe 4 – Lexique*)
enjeux 8
exécution, v. *exécution*
fonctionnement 99, 269
genèse, 2, 93
modalité d'exécution d'un contrat 313 s., 555
oracle v. *oracle*
programmation, v. *code informatique*
qualification, v. *qualification*
rédaction, v. *code informatique*
risques 16, 133
terminologie 6, **10 s.**
traduction, v. *traduction*
typologie **321 s.**
utilisation contractuelle 8, 23, 44, 93
utilisations (autres) 7
vision initiale v. *Nick Szabo*

Smart contract d'application 326 s.,
recours 328
utilisation 327

Solidity (langage) 239, 457

Standardisation v. *modèles*

Standards 253 s., 255

flexibilité du droit des contrats 256 s.,
notions floues 254, 459
_et code informatique 260 s., 459

Stipulation pour autrui 588

_et smart contracts 589

Stop (fonction) 442, 544, 670**-T-****Temps**

droit et innovation 32, 33

Terme 566, 567

_résolutoire (décès) 647 s.

Tiers

de confiance 52, 105, 224
réintermédiation 223

Token (jeton) 7

_et smart contracts 276 s.
définition 276 (v. aussi *Annexe 4 –
Lexique*).
NFT, v. *NFT*

Traduction

du smart contract 505, 529, 554, 607, 615

Transaction (sur une blockchain), 4, 51, 58
(v. aussi *Annexe 4 – Lexique*).

initiation 72

vérification 74

Transfert de propriété

actifs numériques 301, 302

effet légal du contrat, v. *effet légal*

-V-**Vente de jetons** (*token sale*) 358, 369, 432,
564**Vices du consentement** 502, 503**Vocabulaire** 6, 26**Volonté**

autonomie de la_ 348, 447

expression de la_ 350

à l'ère numérique 351 s.,

cryptographique 359

par l'exécution 355, 575

affaiblissement 355

Table des matières

INTRODUCTION	1
§ Préliminaire : premières vues sur la blockchain et le rôle sous-jacent des smart contracts	4
I. L'intérêt de l'étude	11
A. <i>Précisions préalables sur le rôle des smart contracts</i>	11
B. <i>La question de l'appréhension des smart contracts par le droit</i>	15
II. Le cadre de la recherche	27
A. <i>La confrontation des smart contracts aux droits positifs</i>	27
B. <i>La méthode de la recherche</i>	38
PREMIERE PARTIE – L'ANALYSE DES SMART CONTRACTS	45
TITRE PRELIMINAIRE – L'ENVIRONNEMENT TECHNOLOGIQUE DES SMART CONTRACTS	47
Chapitre 1 – La présentation des technologies étudiées : la blockchain et les smart contracts	49
Section 1 – La blockchain	50
I. Introduction à la blockchain	50
A. <i>Premières vues sur la blockchain</i>	50
B. <i>Les difficultés irrésolues avant la blockchain</i>	55
1) <i>La difficile recherche technique d'une monnaie numérique décentralisée et sécurisée</i>	56
2) <i>Des outils technologiques éparpillés</i>	57
II. Fonctionnement technique de la blockchain	61
A. <i>Le déroulement d'une transaction sur la blockchain</i>	61
B. <i>Les composants de la blockchain</i>	65
III. Définition et distinctions	69
A. <i>La définition de la blockchain</i>	69
B. <i>Les distinctions extrinsèques et intrinsèques</i>	70
Section 2 – Les smart contracts	74
I. Premières vues sur les smart contracts	74
II. Le fonctionnement technique des smart contracts	76
A. <i>La rédaction et le déploiement des smart contracts</i>	76
B. <i>La vérification des conditions des smart contracts</i>	80

Chapitre 2 – Le contexte techno-contractuel contemporain, favorable au développement des smart contracts	85
Section 1 – Smart contracts et contrats informatiques	86
I. Les premiers développements de l’informatique : les innovations de la fin du XX ^e siècle	86
<i>A. L’échange de données informatisé</i>	<i>86</i>
1) Présentation de l’EDI	87
2) De l’EDI aux smart contracts : la faveur pour l’exécution automatique des contrats	90
<i>B. Les contrats conclus par voie électronique</i>	<i>92</i>
1) Les contrats conclus par voie électronique et l’adaptation du droit positif	93
2) Un terrain favorable pour le déploiement des smart contracts	98
II. Les contrats informatisables	106
<i>A. Le développement des « computable contracts » et des contrats ricardiens</i>	<i>107</i>
<i>B. Des contrats informatisables aux smart contracts : les prémices d’une rédaction informatisable du contrat</i>	<i>109</i>
Section 2 – Le recours à l’intelligence artificielle et aux objets connectés	112
§ Préliminaire : automatisation et intelligence artificielle	112
I. Les objets connectés au sein du processus contractuel	116
<i>A. Les objets connectés au service de la formation des contrats</i>	<i>117</i>
1) Objets connectés et extériorisation de la volonté	117
2) Objets connectés et conclusion autonome du contrat ?	119
<i>B. Les objets connectés au service de l’exécution des contrats</i>	<i>122</i>
II. Les « smart agents »	124
<i>A. L’utilisation de smart agents pour la conclusion de contrats</i>	<i>125</i>
1) La définition des smart agents	125
2) Les smart agents, des agents contractuels informatisés	127
<i>B. L’utilisation de smart agents pour la conclusion de smart contracts</i>	<i>130</i>
CONCLUSION DU TITRE PRELIMINAIRE	135
TITRE I – LA POSSIBILITE D’UNE UTILISATION CONTRACTUELLE DES SMART CONTRACTS	137
Chapitre 1 – Les obstacles relatifs aux caractéristiques de la blockchain	139
Section 1 – La formation du contrat et la blockchain	140
I. L’identité des parties sur la blockchain	140
<i>A. L’obstacle technique : la transparence et le pseudonymat</i>	<i>141</i>
<i>B. La portée du pseudonymat</i>	<i>144</i>
1) La portée du pseudonymat en droit	144
2) La portée du pseudonymat en pratique	147
II. L’impossibilité de modifier le contrat sur la blockchain	148
<i>A. L’obstacle technique : l’immuabilité cryptographique</i>	<i>148</i>

<i>B. L'analyse juridique de l'immutabilité</i>	150
1) Avantage et inconvénient de l'immutabilité	150
2) Anticiper ou contourner l'immutabilité	152
Section 2 – L'exécution du contrat et la blockchain	156
I. L'exécution irrésistible sur la blockchain	156
<i>A. L'obstacle technique : la cécité de la blockchain et l'imperméabilité au monde extérieur</i>	<i>157</i>
<i>B. Les conséquences de l'exécution irrésistible</i>	<i>159</i>
1) La disparition du pouvoir discrétionnaire et de l'inexécution licite	161
2) L'exécution automatique en tout état de cause et le risque d'indu	166
II. L'autonomie limitée de la blockchain	168
<i>A. L'obstacle technique : la cécité et la nécessité d'un lien avec le monde extérieur</i>	<i>169</i>
<i>B. Les oracles et le droit</i>	<i>170</i>
1) Les oracles, outil de réintermédiation	170
2) Les conséquences du recours aux oracles	172
Chapitre 2 – Les obstacles liés à l'utilisation du code informatique	177
Section 1 – La formation du contrat et le code informatique	178
I. L'inintelligibilité du code informatique	178
<i>A. L'obstacle technique : la barrière du langage informatique</i>	<i>180</i>
<i>B. Les solutions pour pallier l'inintelligibilité du code</i>	<i>184</i>
1) Les atténuations pratiques à l'inintelligibilité du code	185
2) La vérification indispensable du code informatique	187
II. L'inflexibilité du code informatique	189
<i>A. L'obstacle technique : l'inflexibilité du code informatique</i>	<i>190</i>
<i>B. L'analyse de l'utilisation d'un langage inflexible en droit des contrats</i>	<i>192</i>
1) La flexibilité en droit des contrats	192
2) Le droit des contrats face à l'inflexibilité du code informatique	196
Section 2 – L'exécution du contrat et le code informatique	201
I. Le champ d'application limité de l'exécution automatique	201
<i>A. Le champ limité de l'exécution automatique : le monde numérique</i>	<i>202</i>
1) La nécessité d'un contrôle par le smart contract	202
2) Un actif représenté ou contrôlé numériquement	205
<i>B. Les tokens : repenser la représentation de la valeur</i>	<i>206</i>
II. Les erreurs contenues dans le code informatique	209
<i>A. L'obstacle technique : des erreurs dans le code informatique</i>	<i>209</i>
<i>B. Les conséquences des erreurs</i>	<i>211</i>
1) Les conséquences des erreurs sur l'exécution du smart contract	211
2) L'anticipation des erreurs dans le code	212

CONCLUSION DU TITRE I	217
TITRE II – LA NATURE JURIDIQUE DES SMART CONTRACTS	219
Chapitre 1 – L’identification des smart contracts	221
Section 1 – L’observation des smart contracts	222
I. Les cas d’usage simples	222
II. Les cas d’usage complexes	226
Section 2 – La classification des smart contracts	230
I. Le critère de classification	230
<i>A. Les critères rejetés</i>	<i>230</i>
<i>B. Le critère proposé : l’existence d’un contrat préalable entre les parties au smart contract</i>	<i>232</i>
1) Le smart contract, modalité d’exécution d’un contrat	232
2) Le smart contract en dehors de tout contrat préalable	234
II. La proposition de typologie	236
<i>A. Le pur smart contract</i>	<i>238</i>
<i>B. Le smart contract d’application</i>	<i>240</i>
<i>C. Le contrat hybride</i>	<i>242</i>
Chapitre 2 – La qualification des smart contracts	249
Section 1 – La qualification de contrat appliquée aux smart contracts	251
I. L’accord de volontés des parties	257
<i>A. Le critère de l’accord de volontés à l’épreuve du numérique</i>	<i>257</i>
1) La conception classique de l’accord de volontés	258
2) L’expression de la volonté à l’ère du numérique	261
<i>B. L’application du critère aux smart contracts</i>	<i>265</i>
1) Les purs smart contracts	266
2) Les smart contracts d’application	269
a) Le smart contract d’application d’un contrat classique	269
b) Le smart contract d’application d’un contrat cadre	270
3) Le contrat hybride	272
II. Une opération portant sur des obligations	275
<i>A. L’analyse du critère positiviste</i>	<i>278</i>
<i>B. L’application du critère aux smart contracts</i>	<i>279</i>
1) Un critère applicable à tous les smart contracts	279
2) Les obligations contractuelles susceptibles de faire l’objet d’un smart contract	282
Section 2 – La mise en œuvre de la qualification de contrat : l’émergence des contrats informatisables	288
I. La notion de contrat informatisable	288

<i>A. La définition des contrats informatisables</i>	289
1) Les éléments constitutifs des contrats informatisables	289
2) La spécificité des contrats informatisables	290
<i>B. Les contours de la notion de contrat informatisable</i>	293
II. L'analyse de la caractéristique essentielle des contrats informatisables	296
<i>A. La force obligatoire, supplantée par l'exécution irrésistible informatisée ?</i>	298
1) L'illusion d'un remplacement de la force obligatoire par l'exécution irrésistible	298
2) Le smart contract, une forme de justice privée ?	299
<i>B. Le dépassement de l'illusion : la force obligatoire, renforcée par l'exécution irrésistible informatisée</i>	301
CONCLUSION DU TITRE II	305
CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE	307

SECONDE PARTIE : LES REGLES APPLICABLES AUX SMART CONTRACTS **309**

TITRE 1 – LA FORMATION DU CONTRAT INFORMATISABLE	311
Chapitre 1 – L'existence du contrat informatisable	313
Section 1 – La conclusion du contrat informatisable	314
I. Le processus de conclusion du contrat informatisable	314
<i>A. L'analyse de la formalité inhérente à la conclusion du contrat informatisable</i>	315
1) La formalité technique nécessaire à la conclusion du contrat informatisable	315
2) L'analyse juridique de la conclusion du contrat informatisable	317
<i>B. Le moment de conclusion du contrat informatisable</i>	326
1) La détermination du moment de conclusion du contrat informatisable	327
2) Les enjeux relatifs au moment de conclusion du contrat	330
II. La conclusion du contrat informatisable sous le prisme de la liberté contractuelle	333
<i>A. La liberté de contracter et de choisir son contractant</i>	335
1) La liberté de contracter ou de ne pas contracter	335
2) La liberté de choisir son contractant	337
<i>B. La liberté de déterminer le contenu du contrat</i>	339
1) La détermination du contenu du contrat informatisable : les clauses informatisables	339
2) Le contenu du contrat informatisable face aux normes impératives	347
Section 2 – La preuve du contrat informatisable	354
I. La preuve littérale du contrat informatisable	357
<i>A. Un écrit électronique</i>	358
<i>B. Un écrit probant</i>	361
1) L'intégrité du contrat informatisable	361

2) L'imputabilité du contrat informatisable	363
a) L'identification de l'auteur de la signature	364
b) La fiabilité de la signature utilisée	367
II. La preuve libérée du contrat informatisable	371
A. <i>Le retour à la liberté de la preuve appliqué aux contrats informatisables</i>	371
B. <i>La convention de preuve</i>	373
1) Le régime de la convention de preuve appliqué aux contrats informatisables	374
2) Propositions de rédaction	377
Chapitre 2 – La validité du contrat informatisable	381
Section 1 – Les contrats informatisables à l'épreuve des conditions de validité classiques des contrats	382
I. Le contractant, partie au contrat informatisable	382
A. <i>Le consentement du contractant</i>	383
1) L'existence du consentement face à l'inintelligibilité du code informatique	384
2) Le caractère éclairé du consentement en question	389
B. <i>La personne du contractant</i>	392
1) Capacité et pseudonymat	393
2) Représentation et agents contractuels informatisés	397
II. Le contenu du contrat informatisable	403
A. <i>Le contenu déterminable du contrat informatisable</i>	404
B. <i>Le contenu licite du contrat informatisable</i>	406
Section 2 – Le prononcé et l'effectivité des sanctions du défaut de validité du contrat informatisable	413
I. Le prononcé des sanctions	414
A. <i>Le rôle des parties dans le choix de la sanction</i>	414
B. <i>Le rôle du juge dans le prononcé de la sanction</i>	419
II. L'efficacité des sanctions	422
A. <i>L'efficacité de la sanction du contrat informatisable non encore exécuté</i>	422
B. <i>La sanction du contrat informatisable déjà exécuté</i>	425
1) La fiction de l'inexistence appliquée aux contrats informatisables	426
2) Les restitutions consécutives à la sanction du contrat ou de la clause viciée	428
CONCLUSION DU TITRE I	431
TITRE 2 – L'EXECUTION DU CONTRAT PAR UN SMART CONTRACT	433
Chapitre 1 – L'obligation d'exécuter le contrat	437
Section 1 – Au jour de la conclusion du contrat	438
I. L'exécution conforme par le smart contract	438
A. <i>Les modalités affectant les obligations contenues dans les clauses informatisables</i>	439

1) Smart contract et obligation conditionnelle	439
a) La traduction de la condition dans le smart contract	440
b) Les règles communes applicables à la condition	441
2) Smart contract et obligation à terme	444
<i>B. Le smart contract comme paiement</i>	<i>446</i>
1) La qualification de paiement appliquée aux smart contracts	446
a) Le paiement en droit positif	446
b) L'application aux smart contracts	449
2) La portée de la qualification de paiement	451
a) Le champ d'application : les obligations susceptibles d'être payées par un smart contract	451
b) Le régime applicable au paiement smart contractuel	453
c) Les risques de paiement indu	457
II. L'effet relatif du contrat exécuté par un smart contract	458
<i>A. Des smart contracts pour autrui : les exemples de la promesse de porte-fort et de la stipulation pour autrui</i>	<i>460</i>
1) La stipulation pour autrui	460
2) La promesse de porte-fort	461
<i>B. Les actions ouvertes au créancier à l'épreuve des smart contracts</i>	<i>462</i>
1) L'incompatibilité des actions ouvertes au créancier avec le mécanisme des smart contracts	464
2) Les chaînes de contrats et les smart contracts	465
Section 2 – Au cours de la vie du contrat	469
I. Les incidents relatifs au contenu du contrat	469
<i>A. L'interprétation</i>	<i>470</i>
1) L'identification des cas d'interprétation	470
2) La recherche des règles d'interprétation	473
a) Les clauses d'interprétation appliquées aux smart contracts	474
b) Les règles d'interprétation classiques à l'épreuve des smart contracts	477
<i>B. La modification</i>	<i>480</i>
1) Smart contract et modification conventionnelle du contrat	481
2) Smart contract et modification judiciaire du contrat	483
<i>C. La révocation</i>	<i>486</i>
1) L'accord de volontés mettant fin au contrat	486
2) La décision unilatérale mettant fin au contrat	489
II. Les incidents relatifs aux parties au contrat	491
<i>A. La cession de créance mise en œuvre par le smart contract</i>	<i>492</i>
1) La cession de créance classique	492
a) La validité d'une « smart cession de créance »	493
b) L'efficacité de la cession de créance exécutée par un smart contract	495
2) La cession de créance à titre de garantie	498

<i>B. Le décès d'un contractant</i>	501
1) Transmissibilité des contrats et automaticité des smart contracts	501
2) Le sort du smart contract en cas d'intransmissibilité de l'obligation du débiteur défunt	503
Chapitre 2 – L'inexécution du contrat	509
Section 1 – L'identification des cas d'inexécution et de paiement indu	511
I. Les causes d'inexécution	512
<i>A. Les causes d'inexécution propres aux smart contracts</i>	512
1) L'erreur de programmation	512
2) L'erreur de l'oracle	514
<i>B. Les causes classiques d'inexécution appliquées aux smart contracts</i>	515
1) L'inexécution d'une obligation non informatisable	515
2) Le cas de force majeure	517
II. Le cas particulier de l'exécution indu	523
Section 2 – Les sanctions de l'inexécution et les restitutions	528
§ Préliminaire : les spécificités du contentieux smart contractuel	528
I. L'adaptation des sanctions de l'inexécution aux smart contracts	533
<i>A. Les sanctions informatisables : l'automatisation possible des sanctions unilatérales</i>	535
1) Maintenir ou anéantir le contrat informatisable	535
a) L'automatisation des moyens de sauvetage du contrat informatisable	536
b) La résolution informatisable	543
2) Sanctionner le contractant défaillant	547
<i>B. Les sanctions non informatisables : une adaptation nécessaire</i>	550
1) L'exécution forcée en nature, une sanction difficile à appliquer aux obligations informatisables	550
2) L'aménagement de la responsabilité contractuelle aux smart contracts	555
a) La responsabilité contractuelle appliquée à l'inexécution smart contractuelle	555
b) L'insertion de clauses limitatives ou exonératoires de responsabilité	563
II. L'adaptation du régime des restitutions aux smart contracts	566
<i>A. Le régime général des restitutions en droit civil</i>	567
<i>B. La mise en œuvre des restitutions en présence d'un smart contract</i>	569
1) Les restitutions en nature par le smart contract	569
2) Les restitutions en valeur	571
CONCLUSION DU TITRE II	577
CONCLUSION DE LA SECONDE PARTIE	579
CONCLUSION GENERALE	581
ANNEXES	587

BIBLIOGRAPHIE **611**

INDEX **641**

TABLE DES MATIERES **649**

Les smart contracts. Étude de droit des contrats à l'aune de la blockchain.

Résumé : La blockchain est définie comme une technologie de registre distribué utilisant une base de données avec chaînage cryptographique, fonctionnant sans organe de contrôle. Des programmes informatiques auto-exécutants, appelés « smart contracts », peuvent être déployés sur des blockchains afin d'exécuter automatiquement des actions prédéfinies, répondant à des conditions déterminées. Ils s'apparentent ainsi à des mécanismes d'exécution de contrats. La recherche a pour objet de déterminer comment cet outil peut être appréhendé par le droit des contrats et être utilisé au service des contrats. De nombreuses questions se posent dans cette perspective. Les smart contracts peuvent-ils exécuter des contrats ? Sont-ils des contrats ? Sont-ils dotés d'intelligence ? Peut-on les modifier alors qu'ils sont déjà enregistrés sur une blockchain ? Comment prouver qu'une exécution s'est produite sur une blockchain ? Comment trouver l'identité des contractants s'ils sont sous pseudonyme ? Que faire en cas d'erreur de programmation ? L'étude se propose d'aborder l'ensemble des questions qui peuvent survenir lorsque l'on considère les smart contracts comme un outil contractuel. Un travail de qualification de l'instrument permettra de déterminer le régime juridique applicable pour chaque situation donnée.

Mots-clés : smart contracts – blockchain – droit des contrats – contrats numériques – exécution automatique du contrat – droit du numérique – droit et innovation technologique – lex cryptographia

Smart contracts. A contract law study in the context of blockchain.

Abstract: Blockchain is defined as a distributed ledger technology using a sequential database of information that is secured by methods of cryptographic proof. Self-executing computer programs, called "smart contracts", can be run on a blockchain in order to automatically execute predefined actions when certain conditions are met. They are therefore similar to contract enforcement mechanisms. The purpose of this research is to determine how this tool can be apprehended by contract law and be used in the service of contracts. Many questions arise in this perspective. Can smart contracts execute contracts? Are they contracts? Are they smart? Can they be altered when they are already implemented on a blockchain? How can one prove that an execution has occurred on a blockchain? How to find the identity of contractors if they are pseudonymous? What to do in case of a programming error? The study proposes to address the range of issues that may arise if smart contracts are comprehended as a contractual tool. A work of legal characterization of the instrument will allow to determine the applicable legal regime for each given situation.

Key-words: smart contracts – blockchain – contract law – computational law – computerized transactions – automated execution of contract – digital law – lex cryptographia