

Thèse de doctorat / Octobre 2012

# Université Panthéon - Assas

Ecole doctorale EcoGeInfoCom

Thèse de doctorat en Sciences Economiques

## **Négociateur ou enchérisseur, l'influence des mécanismes de vente. Le cas du marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer.**



**Université Panthéon-Assas**

**Sylvain Mignot**

Sous la direction de Annick Vignes

Maître de Conférences, Université Panthéon-Assas Paris II

Rapporteurs :

Giulio Bottazzi, Professeur, Scuola Superiore Sant'Anna

Angelo Secchi, Professeur, Université Panthéon-Sorbonne Paris I

Membres du jury :

Gérard Ballot, Professeur émérite, Université Panthéon-Assas Paris II

Mirta B. Gordon, Directeur de Recherche émérite CNRS, Université Joseph Fourier



## ***Avertissement***

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



## **Remerciements**

Je tiens à remercier tout particulièrement Annick Vignes pour son important soutien tout au long de mon travail de thèse, et sa direction sans failles.

Je remercie également Mirta Gordon, pour m'avoir introduit au monde de la recherche et aux systèmes complexes, ainsi que pour son aide sur les questions de simulation.

J'exprime aussi ma gratitude à Giulio Bottazzi pour son aide précieuse et ses conseils avisés.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance à Gerard Ballot et Angelo Secchi pour avoir accepté d'être membre de mon jury.

Je remercie Sanjeev Goyal pour son expertise sur tout ce qui concerne l'analyse de réseaux sociaux.

Je remercie Damien Gaumont, directeur de l'ERMES, pour les nombreuses opportunités scientifiques offertes par le laboratoire, ainsi que les conditions de travail idéales qui ont été les miennes, ainsi que pour son aide dès que la situation l'exigeait.

Je tiens à remercier tout particulièrement FranceAgrimer, pour l'apport de bases de données sans lesquelles cette thèse n'aurait pu voir le jour.

Je remercie Georges Bresson, directeur de l'ERMES lors du commencement de ma thèse, ainsi que Myriam, Jean-Michel, Adélaïde, Edwige, Emmanuel, Meriem, Élie, Roger, Marion, Nicolas, Jean-Marie, Emilio, Narjes, Stéphanie, Aguibou, Maïva, Sophie, Jihan, Farah, Hayet, Inaam, Arnold, Claudine pour l'esprit d'entraide et de partage du savoir dont ils ont su faire preuve sans jamais se départir de leur bonne humeur.

Je remercie Romain, dont le passage dans le monde de la recherche ne saurait tarder, pour la bonne ambiance qui a été maître mot de son séjour à l'ERMES.  
Je tiens à remercier également les secrétaires de notre laboratoire, Josette et Naïma.

Je remercie enfin mes proches et particulièrement Élodie pour leur soutien et compréhension tout le long de cette période.



## ***Résumé :***

Le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer se caractérise par l'organisation singulière de son système de vente. En effet, sur celui-ci, les acheteurs et les vendeurs peuvent choisir chaque jour de recourir à un mécanisme d'enchères ou à un marché de gré à gré (voire à ces deux possibilités en même temps), pour commercer entre eux.

La coexistence de ces deux systèmes de vente est stable dans le temps, chacun d'entre eux représentant approximativement la moitié des quantités échangées.

Cette singularité économique conduit à s'interroger sur les conditions nécessaires à l'émergence et à la stabilité de cette coexistence. Pourquoi les agents ne s'accordent-ils tous pas pour un unique mécanisme de transaction comme dans la majorité des marchés ? pourquoi observe-t-on une si grande volatilité dans les choix individuels de marché ?

Afin de comprendre les conditions nécessaires à cette coexistence de mécanismes de marché, la présente thèse se déclinera comme suit.

La première partie sera dédiée à l'étude empirique des transactions journalières ayant lieu sur chacun des deux sous-marchés. Nous commençons par une analyse statistique et économétrique afin d'extraire les faits stylisés représentatifs des propriétés du marché et de ses acteurs, avant de procéder à une analyse des réseaux sociaux existants sur ce marché, visant à déterminer l'influence des interactions dans la prise de décision.

Fort de ces résultats, nous construisons des modèles informatiques multi-agents, capables de reproduire les comportements observés au niveau individuel, et, au travers ceux-ci, le comportement du marché lui-même au niveau agrégé.

## ***Descripteurs :***

apprentissage, modèles multi-agents, économie computationnelle à base d'agents, réseaux sociaux, structure des marchés.

## ***Title and Abstract :***

Should I buy or should I bid ? The influence of market mechanism : the case of Boulogne-Sur-Mer fish market.

The Boulogne-sur-Mer fish market is organized in a very specific way. Each day buyers and sellers can choose to use either an auction mechanism, a negotiated market, or even both, in order to sell and buy goods.

A stunning fact observed is the stable coexistence of those two sub-markets throughout time, with no convergence of agents toward one of them, each one accounting for roughly half of the exchanged quantities.

The present thesis aims at discovering the necessary conditions of the emergence and stability of such a coexistence.

To do it, we will begin with an empirical study of daily transactions that have occurred on this market for a few years.

We begin with a statistical and econometric study to extract the main stylized facts of this market, then we study the social networks influencing the outcomes.

Once those facts determined, we build agent-based computational models able to reproduce the individual behaviours of agents, and through these, the emergence of the market's behaviour itself.

## ***Keywords :***

Learning, Agent-Based Computational Economics, Social networks.

# Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>15</b>
<b>1 Le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer</b>	<b>19</b>
1.1 Introduction . . . . .	20
1.2 Histoire . . . . .	21
1.3 Une organisation du marché singulière . . . . .	22
1.4 Un marché hétérogène . . . . .	23
1.4.1 Hétérogénéité des biens . . . . .	23
1.4.2 Hétérogénéité des acteurs . . . . .	24
1.4.2.1 L'écoreur . . . . .	25
1.4.2.2 Hétérogénéité des acheteurs . . . . .	25
1.4.2.3 Hétérogénéité des vendeurs . . . . .	29
1.4.2.4 La Pêche Hauturière . . . . .	30
1.4.2.5 La pêche artisanale . . . . .	31
1.4.3 Comparaison des différents types de pêche . . . . .	32
1.4.4 Fonctionnement . . . . .	33
1.4.5 Les transactions . . . . .	34
1.4.6 Déroulement des enchères à la halle aux marées de Boulogne-sur-Mer	34
1.4.7 Le marché de gré à gré de Boulogne-sur-Mer . . . . .	36
1.5 Les données de la halle aux marées de Boulogne-sur-Mer . . . . .	37
1.6 Conclusion . . . . .	38
<b>2 Revue de littérature</b>	<b>41</b>
2.1 Introduction . . . . .	42
2.2 Enchères . . . . .	42
2.2.1 Les principales formes d'enchères . . . . .	43
2.2.2 Equivalence des revenus . . . . .	44
2.2.3 Aversion au risque . . . . .	45
2.2.4 Corrélations, affiliations . . . . .	45
2.2.5 Asymétrie d'information . . . . .	46
2.2.6 Enchères multi-unité . . . . .	46
2.2.7 Le problème des paniers de biens . . . . .	47

2.3	Le marché négocié . . . . .	48
2.3.1	La relation entre le prix, l'information et la qualité . . . . .	48
2.3.2	Hétérogénéité des biens et des agents . . . . .	49
2.3.3	Effets de l'apprentissage et des interactions en situation de rationalité imparfaite . . . . .	50
2.3.4	Modèles stochastiques d'interaction . . . . .	51
2.3.5	Les marchés artificiels . . . . .	52
2.4	Modèles multi agents utilisés en économie . . . . .	52
2.4.1	Apprentissage . . . . .	53
2.4.2	Modélisation bottom-up . . . . .	54
2.4.3	Réseaux . . . . .	55
2.4.4	Expérimentations avec des agents réels et des agents informatiques . . . . .	56
2.5	Conclusion . . . . .	57
<b>3</b>	<b>Etude statistique</b>	<b>59</b>
3.1	Introduction . . . . .	60
3.2	Littérature . . . . .	62
3.3	Système de vente unique : les enchères . . . . .	64
3.3.1	Caractéristiques des prix sur cette période . . . . .	64
3.3.2	Relation entre le prix et la quantité . . . . .	67
3.3.3	Comportement des acteurs du marché . . . . .	69
3.4	La transition : d'un système de vente unique à la cohabitation . . . . .	72
3.4.1	Effets de l'ajout du marché négocié . . . . .	74
3.4.1.1	Au niveau de la pêche elle-même . . . . .	74
3.4.1.2	Au niveau des prix . . . . .	76
3.5	Cohabitation des deux systèmes de vente . . . . .	77
3.5.1	Analyse au niveau agrégé . . . . .	77
3.5.1.1	Une coexistence stable des deux sous marchés. . . . .	77
3.5.1.2	Une absence de forte spécialisation . . . . .	79
3.5.1.3	Différenciation des espèces de poissons . . . . .	80
3.5.1.4	Caractéristiques des prix . . . . .	81
3.5.1.5	Recherche de la composante commune dans les prix . . . . .	89
3.5.1.6	Les relations entre les prix et les quantités . . . . .	93
3.5.1.7	Etude économétrique du prix des transactions . . . . .	96
3.5.2	Le niveau individuel . . . . .	98
3.5.2.1	Deux groupes de vendeurs aux stratégies bien différenciées . . . . .	98
3.5.2.2	Comportement des acheteurs . . . . .	104
3.5.2.3	Distribution de prix pour les deux groupes de stratégies. . . . .	107
3.5.2.4	Le rôle de l'information . . . . .	109
3.5.2.5	Quantité moyenne par sortie . . . . .	111
3.5.2.6	Relation entre quantité et décision . . . . .	112

3.5.2.7	Coût de division : le prix de l'utilisation des deux mécanismes un même jour. . . . .	113
3.5.2.8	Modèle économétrique de la prise de décision . . . . .	119
3.6	Conclusion . . . . .	122
<b>4</b>	<b>Réseaux</b>	<b>123</b>
4.1	Introduction . . . . .	124
4.2	Littérature . . . . .	125
4.3	Graphes utilisés . . . . .	127
4.4	Définitions . . . . .	128
4.4.1	Notions de base . . . . .	128
4.4.2	Graphe biparti . . . . .	128
4.4.3	Distribution des degrés des noeuds . . . . .	128
4.4.4	Densité . . . . .	129
4.4.5	Assortativité (corrélation de degré) . . . . .	130
4.4.6	Transitivité (clustering) . . . . .	131
4.4.7	Communautés . . . . .	131
4.4.8	Centralité . . . . .	132
4.4.8.1	Centralité de degré . . . . .	133
4.4.8.2	Centralité de proximité . . . . .	133
4.4.8.3	Centralité d'intermédiarité . . . . .	133
4.4.8.4	Centralité de Bonacich . . . . .	134
4.5	Graphes de coordination . . . . .	135
4.5.1	Graphes de coordination des acheteurs . . . . .	136
4.5.2	Graphes de coordination des vendeurs . . . . .	139
4.5.2.1	Sur la période totale . . . . .	139
4.5.2.2	Graphes mensuels . . . . .	144
4.6	Relations basées sur les transactions entre acheteurs et vendeurs . . . . .	146
4.6.1	Le graphe bipartite . . . . .	146
4.6.2	Projection du graphe vendeur/vendeur . . . . .	149
4.6.2.1	Comparaison des deux marchés . . . . .	152
4.6.3	Relations entre acheteurs avec les vendeurs . . . . .	155
4.6.3.1	Comparaison des deux sous-marchés . . . . .	157
4.7	Effet de la centralité sur les prix. . . . .	159
4.8	Conclusion . . . . .	161
<b>5</b>	<b>Modélisation</b>	<b>163</b>
5.1	Introduction . . . . .	164
5.2	Littérature . . . . .	165
5.3	Modèle de switching . . . . .	167
5.3.1	Le design . . . . .	167

5.3.2	Résultats de la simulation . . . . .	170
5.4	Hétérogénéité des profits . . . . .	173
5.4.1	Introduction . . . . .	173
5.4.2	Le design . . . . .	173
5.4.2.1	les vendeurs . . . . .	173
5.4.2.2	Les acheteurs . . . . .	174
5.4.2.3	Fonctionnement du marché . . . . .	175
5.4.2.4	Marché d'enchères . . . . .	177
5.4.2.5	Marché négocié . . . . .	177
5.4.3	Mise à jour des prix . . . . .	177
5.4.3.1	Mise à jour des agents étant allés sur les enchères . . . . .	177
5.4.3.2	Mise à jour des agents étant allé sur le marché de gré à gré . . . . .	178
5.4.4	Résultats des simulations . . . . .	179
5.4.4.1	Cas général (un seul type de bien) . . . . .	179
5.4.4.2	Cas avec deux types de biens . . . . .	180
5.4.4.3	Coexistence . . . . .	180
5.4.4.4	Distribution bimodale . . . . .	181
5.4.4.5	Switching . . . . .	182
5.4.4.6	Différences de prix pour un même bien . . . . .	182
5.4.5	Conclusion . . . . .	183
5.5	Hétérogénéité des liens sociaux . . . . .	184
5.5.1	Le design . . . . .	184
5.5.1.1	Les vendeurs . . . . .	184
5.5.1.2	Les acheteurs . . . . .	185
5.5.1.3	Mécanisme de création des liens . . . . .	186
5.5.2	Déroulement du marché . . . . .	187
5.5.2.1	Marché d'enchères . . . . .	188
5.5.2.2	Marché négocié . . . . .	188
5.5.3	Simulation . . . . .	188
5.5.3.1	Coexistence des deux mécanismes de vente . . . . .	188
5.5.3.2	Distribution bimodale . . . . .	189
5.5.3.3	Switching . . . . .	189
5.5.3.4	Différences de prix pour un même bien . . . . .	190
5.5.4	Conclusion . . . . .	191
5.6	Conclusion du chapitre . . . . .	192

**Conclusion** **193**

**Table des Figures** **203**

**Liste des Tableaux** **206**

<b>Index</b>	<b>207</b>
<b>Annexes</b>	<b>207</b>
5.7 Editorial, Nature . . . . .	209
5.8 Invendus . . . . .	211
5.9 Analyse des retours . . . . .	212
5.10 Le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer . . . . .	214
5.10.1 Organisation administrative . . . . .	214
5.10.2 Pêche industrielle . . . . .	215
5.10.3 Pêche artisanale . . . . .	219
5.10.4 L'écoreur . . . . .	222
5.10.5 Les organisations de producteurs . . . . .	223
5.11 Les techniques . . . . .	223
5.12 Liste non exhaustive des noms des navires du port de Boulogne sur Mer . .	224
<b>Bibliographie</b>	<b>226</b>



# Introduction



Bien que Joseph Stiglitz ait récemment déclaré "*One of the recent revolutions in economics is an understanding that markets do not automatically work well, design matters*", à notre connaissance, peu de travaux ont cherché à comparer l'influence des différentes organisations de marché sur les résultats en termes de prix et de quantités. Néanmoins, et comme l'ont démontré Gode & Sunder (1997), les structures de marché et les règles de formation des prix ont une influence non négligeable sur l'efficacité de l'allocation des ressources.

Considérant le lien entre architecture de marché et comportements, l'article de Bottazzi et al. (2005) suggère que les résultats du marché ne dépendent pas uniquement du mécanisme d'échange utilisé mais également les relations et interactions entre agents. Il en devient alors essentiel de connaître les comportements individuels et des interactions sociales afin d'expliquer le comportement du marché lui-même au niveau agrégé. Il faut chercher à comprendre "comment la myriade d'activités économiques individuelles est coordonnée" (Kirman (1995)), et évaluer les effets de ces interactions, non seulement au niveau des choix économiques individuels, mais aussi sur l'organisation des activités du marché.

Certains articles mettent en exergue l'impact du choix de l'organisation du marché sur les prix et l'allocation des biens, sans parvenir à un consensus vis-à-vis de la prédominance d'une structure de marché sur une autre. Ils tendent à montrer que les enchères sont plus favorables aux vendeurs que la négociation bilatérale. L'idée sous-jacente est que le mécanisme d'enchères permet d'absorber la totalité du surplus des acheteurs. Néanmoins, des études portant sur des données empiriques ou expérimentales plaident pour un phénomène inverse.

Un double constat s'impose : d'une part, ces résultats ne sauraient être univoques et, d'autre part, ceux-ci ne prennent pas en compte la possibilité d'une coexistence de ces deux systèmes de vente, cadre dans lequel les acheteurs peuvent choisir librement de recourir à l'un ou à l'autre.

Dans cette thèse, nous proposons donc d'étudier en détail les effets que peuvent avoir les structures de marché sur les échanges, tant au niveau agrégé qu'au niveau individuel. Pour ce faire, nous nous appuyerons sur une analyse empirique du marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer. Ce marché est organisé de manière très particulière. Les échanges peuvent s'y faire soit à travers un mécanisme d'enchères, soit grâce au recours à un marché négocié. Les acteurs du marché, autant les vendeurs que les acheteurs, doivent, chaque jour, choisir de recourir entièrement à l'un ou l'autre mécanisme, ou partiellement aux deux. Historiquement, le mécanisme d'enchères était le seul présent sur le marché, puis, s'est ajouté le marché négocié. Nous essayerons de montrer quelles sont les conséquences de l'introduction d'un mécanisme de vente supplémentaire sur ce marché, ainsi que de leur cohabitation. Nous proposerons ensuite des modèles multi-agents reproduisant certains faits stylisés observés et la dynamique du marché.

Ce type de méthodologie a été mis en avant depuis quelques années, notamment suite à l'échec patent des modélisations plus classiques (dynamic stochastic general equilibrium) à prévoir et modéliser la crise économique débutée en 2008. (voir l'annexe : 5.7)

La présente thèse se décline en cinq chapitres. Le premier est un chapitre introductif, visant à présenter le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer et son fonctionnement. Il est appuyé par des statistiques descriptives issues de notre base de données, et permet d'exposer les connaissances nécessaires à la compréhension de ce marché afin d'aborder le reste de la thèse.

Le second chapitre consiste en une revue de la littérature des thèmes majeurs qui seront abordés par la suite : les marchés d'enchères, les marchés négociés, et les marchés artificiels.

Trois principaux outils méthodologiques seront utilisés dans cette thèse : l'analyse statistique, l'analyse de réseaux d'interactions et la simulation à base de modèles multi-agents. Chacun de ces outils sera utilisé dans un chapitre distinct.

Les deux chapitres suivants font une analyse empirique du marché aux poissons, étudiant les caractéristiques de prix, les relations entre acteurs, les différences entre les deux sous marchés ainsi que la topologie des réseaux d'acteurs.

Le chapitre 3 porte un regard attentif aux caractéristiques du marché avant l'introduction des enchères, afin d'en observer les modifications induites par celle-ci, aussi bien sur le marché au niveau agrégé, mais également au niveau individuel. Dans cette partie nous analyserons les variables décisionnelles des acteurs et mettrons en lumière des différences majeures concernant les effets des deux structures de marché présentes. Nous mettrons aussi en évidence que les faits observés au niveau agrégé, stables, émergent souvent de comportements individuels hétérogènes et fluctuants.

Le chapitre 4 présente une étude empirique de la dimension sociale du marché, des réseaux d'interactions sociales. Nous caractérisons ceux-ci à l'aide d'outils d'analyse des réseaux, et nous montrons leur importance au niveau de la formation des prix.

Le cinquième et dernier chapitre est dédié à la description et l'étude de modèles informatiques multi-agents. Il existe une très grande complexité sur ce marché dû à sa grande hétérogénéité à maints égards. On y trouve en effet des dizaines d'espèces de poissons différentes, des acheteurs et vendeurs aux caractéristiques diverses et aux stratégies variées (voire opposées), ainsi que des fluctuations importantes dans les quantités journalières et saisonnières mises en vente. Par ce fait, une étude analytique pure apparaissant inappropriée, nous y avons préféré une approche basée sur le paradigme multi-agent. Cette méthodologie nous permet de simuler les interactions existantes entre agents autonomes, afin de déterminer l'évolution organisationnelle du système. Les modèles présentés sont au nombre de trois, de complexité croissante, chacun à même de représenter plus fidèlement les faits stylisés observés empiriquement.

# 1 Le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer

## 1.1 Introduction

Le port de Boulogne-sur-Mer est un port maritime de la façade ouest de la région Nord-Pas-de-Calais. C'est le port de pêche français le plus important en termes de tonnage et de valeur marchande du poisson débarqué. Les bateaux déchargeant ici le produit de leur pêche sont en grande majorité français, mais certains proviennent d'autres pays (principalement des Pays-Bas et de Grande-Bretagne).

Nous constatons sur celui-ci une baisse des quantités déchargées année après année : en cause, la surpêche, les changements climatiques, la pollution ayant entraîné l'épuisement des ressources halieutiques.

Cela a en effet eu pour conséquence l'introduction de quotas de pêche visant à protéger les stocks de reproducteurs, et la mise en place d'"arrêts biologiques" d'une partie de la flottille en été et en hiver 2008.

En 2008, 47 000 tonnes de poissons ont été débarquées (soit une diminution de 5,7 % par rapport à 2007), dont 37 309 t de poisson débarquées au port (valeur d'environ 83 millions d'€) et 10 075 tonnes traitées en mer par trois chalutiers congélateurs du groupe d'Euronor.

## 1.2 Histoire

L'histoire du port de Boulogne-sur-Mer est riche, avec plus de 2000 ans d'ancienneté, ainsi qu'en témoigne cet extrait du Dictionnaire d'Histoire Maritime.

*Boulogne commença avec la première expédition de César en 55 avant J.-C. Le port devint ensuite la base de la Classis Britannica jusqu'au III<sup>e</sup> siècle avant d'être détruit au VI<sup>e</sup> siècle par les invasions barbares. Le port reprit sous les Carolingiens et en 811 Charlemagne y inspecta sa flotte. Boulogne résista aux Vikings jusqu'en 884. Passé sous le contrôle des comtes de Flandres, le port participa à l'invasion de l'Angleterre en 1066 et devint le point de passage privilégié entre Paris et Londres. La pêche au hareng s'imposa au siècle suivant, mais Boulogne resta une petite ville de Flandre jusqu'à son entrée dans le royaume de France avec Louis XI en 1477. En 1558 Calais puis en 1662 Dunkerque ravirent à Boulogne son titre de "ville la plus frontière de France". Au XVIII<sup>e</sup> siècle, l'activité maritime centrée sur la pêche côtière et la contrebande anglaise resta médiocre jusqu'aux travaux du port décidés par Bonaparte pour envahir l'Angleterre. Boulogne devint alors le premier port corsaire du Pas de Calais. Au XIX<sup>e</sup> siècle, Boulogne devint le premier port de pêche de France et de transformation tant pour le hareng et la morue que pour la pêche côtière. Premier pour le trafic trans-Manche devant Calais jusqu'en 1854, il retrouva sa place à partir de 1894. Boulogne joua un rôle primordial dans l'approvisionnement du front anglais de 1914 à 1918 et dans la lutte anti-sous-marine. En dépit d'une grave crise en 1929, la pêche Boulonnaise reste première par l'emploi du chalut et l'usage de la congélation. Port le plus bombardé de France de 1940 à 1944, Boulogne, lors de sa reconstruction, vit sa pêche et sa transformation regroupées au Capécure. Le port reste le premier de pêche français et le premier centre européen de transformation du poisson avec Capécure 2000.*

Source : Dictionnaire d'Histoire Maritime

### 1.3 Une organisation du marché singulière

L'existence même de ce marché est un paradoxe en soi. En effet, sur le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer deux mécanismes de vente coexistent de façon stable. Les acteurs du marché ont la possibilité d'utiliser sans restrictions à la fois un marché d'enchère ou un marché de gré à gré.

Chaque matin, les navires arrivent au port avec leur cargaison de poissons et décident alors de vendre celle-ci soit sur un marché d'enchère soit sur un marché de gré à gré, voire même de diviser leur production entre ces deux mécanismes. Une fois leur décision prise, ils sont dans l'incapacité d'en changer pour toute la durée de la vente.

Or, la coexistence de ces mécanismes est stable dans le temps. Aucune convergence vers un marché ou l'autre n'est observée, et aucun ne peut être considéré comme résiduel, car représentant chacun des pourcentages loin d'être négligeables des quantités vendues, comme en témoigne la figure 1.1 (En moyenne environ 60% des quantités sont vendues de gré à gré et donc 40% aux enchères).

L'intuition, ainsi que la théorie microéconomique classique, nous pousserait plutôt à penser qu'un de ces mécanismes aurait dû disparaître, ne laissant survivre que le plus efficace des deux.

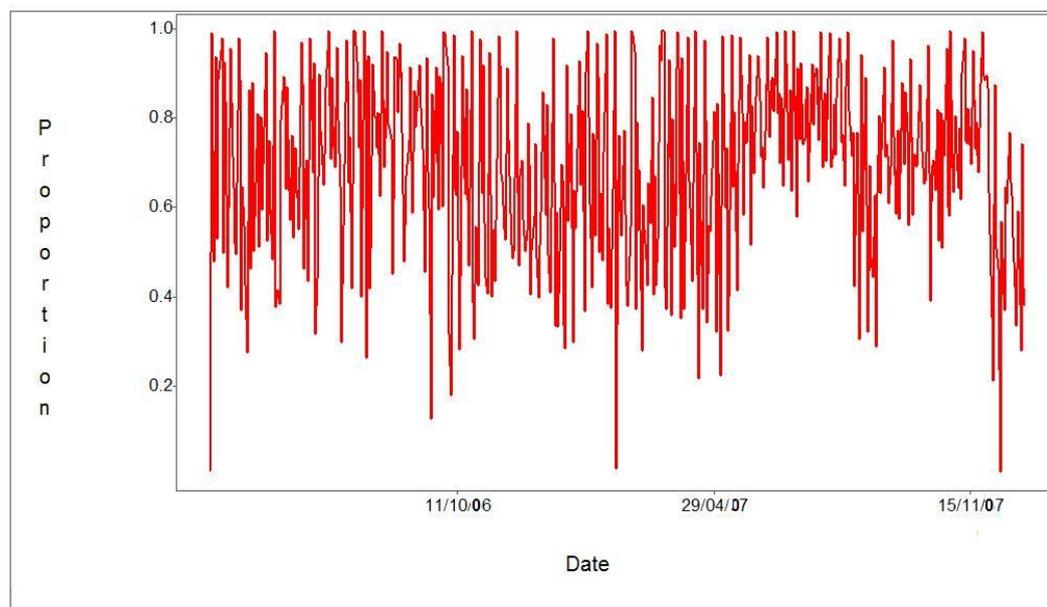


FIGURE 1.1 – Proportion des quantités vendues quotidiennement de gré à gré.

Le marché de Boulogne-sur-Mer se prête aisément à une étude quantitative dans la

mesure où nous disposons de données détaillées d'un marché si singulier, et où nous pouvons observer l'introduction même d'un mécanisme de vente supplémentaire sur un marché existant. Les résultats sont surprenants, nous les présentons dans le chapitre 3.4

La base de données utilisée porte sur les années 2005, 2006 et 2007, incluant de fait l'introduction du marché de gré à gré de 2006. Cette introduction a été faite suite aux pressions à la fois des acheteurs et des vendeurs, chacun considérant que ce système de vente lui était plus favorable que les enchères, ceci constituant un nouveau paradoxe. Comment un système de vente peut-il avantager en même temps acheteurs et vendeurs ?

## 1.4 Un marché hétérogène

Une des grandes difficultés concernant l'analyse de ce marché vient de son importante hétérogénéité. À la fois concernant la nature des biens vendus et les caractéristiques des différents acteurs.

### 1.4.1 Hétérogénéité des biens

Les biens à vendre sont des biens périssables. Il n'y a pas de possibilité de stockage et toute marchandise mise en vente en début de journée doit être écoulee avant la fermeture du marché. Dans le cas contraire, celle-ci sera rachetée par les organisations de production à un faible prix, occasionnant une perte importante pour le vendeur. Dans les faits, nous pouvons constater que les proportions d'invendus sont négligeables (moins de 2%).

De nombreuses espèces de poissons sont mises en vente (80) sous forme de lots de tailles variables. Les différences à la fois en termes de quantité globale sur les deux années (figure 1.2)<sup>1</sup> et de prix moyen (figure 1.3) sont considérables.

De plus, la pêche étant par nature saisonnière, les proportions représentées par les différentes espèces varient elles aussi sur la période étudiée.

---

1. Le terme densité désigne la densité de probabilité d'un événement

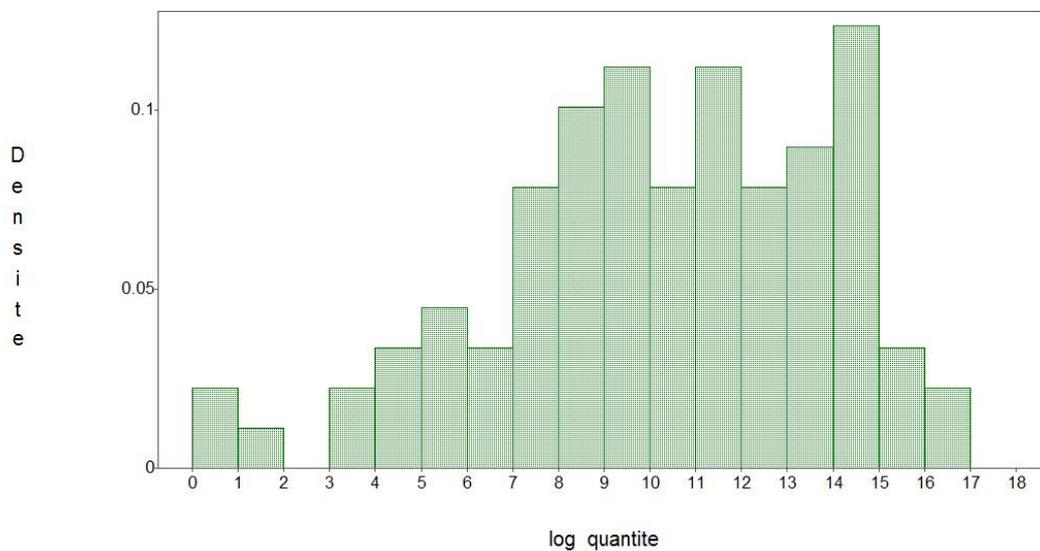


FIGURE 1.2 – Distribution du logarithme des quantités espèce par espèce

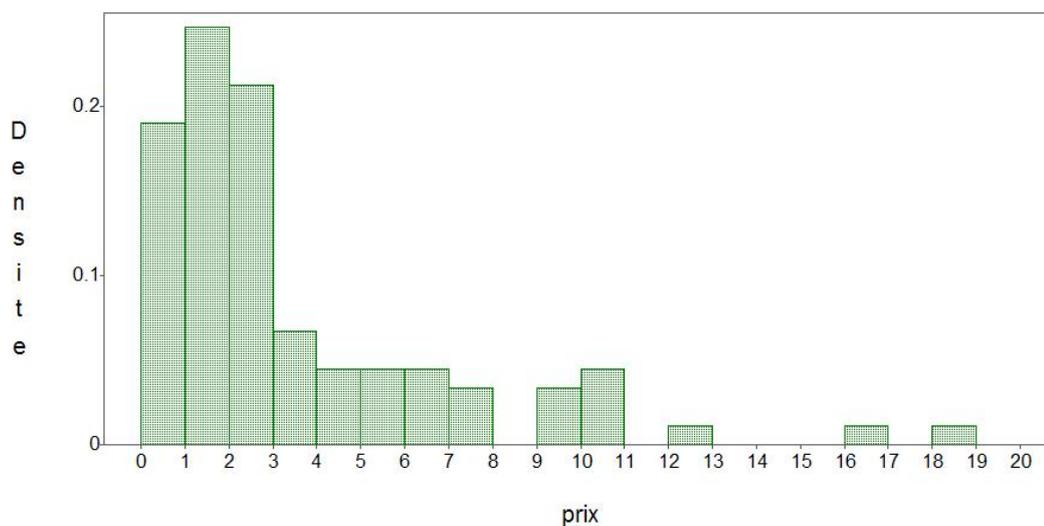


FIGURE 1.3 – Distribution des prix moyens des différentes espèces

## 1.4.2 Hétérogénéité des acteurs

Cette hétérogénéité du marché ne se retrouve pas seulement au niveau des marchandises échangées sur le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer, mais également au niveau des acteurs qui interagissent sur celui-ci.

Nous présentons ici ces différents agents économiques.

### 1.4.2.1 L'écoreur

L'une des particularités de Boulogne-sur-Mer est la présence fréquente d'un intermédiaire entre le producteur et le mareyeur : l'écoreur. Les écoreurs ne sont pas propriétaires de la marchandise, mais sont mandatés par le pêcheur afin de vendre les marchandises et ils obtiennent par ce fait une commission sur la vente (5 % sur chaque mise à terre). La fonction d'écorage est proche de celle remplie par un prestataire de services. Elle se définit par une mise en oeuvre de moyens humains et matériels à l'arrivée des bateaux à quai, ainsi que par la livraison de fournitures, la gestion des emballages, l'assistance technique, la gestion des marées, la gestion économique et le conseil aux bateaux. Ce sont eux qui transmettent les chiffres des débarquements locaux à la halle à marée<sup>2</sup>.

### 1.4.2.2 Hétérogénéité des acheteurs

Les acheteurs sont des détaillants et des revendeurs (poissonniers, restaurateurs, institutions, grandes surfaces, mareyeurs). Malheureusement leur identité n'étant pas répertoriée, nous ne sommes pas en mesure de faire des statistiques conditionnelles.

Les acheteurs ont donc des objectifs et des contraintes différents (volumes, espèces, temps disponible pour acheter, budgets...) Ainsi, un poissonnier désirera finir relativement tôt afin de mettre en vente le poisson à son étal à l'ouverture du magasin, alors qu'un transformateur n'aura pas cet impératif de temps.

Nous pouvons voir sur la figure 1.4 que les quantités achetées par ces acteurs sur la période étudiée sont extrêmement variables, le logarithme des quantités prenant des valeurs de 3 à 16. Le nombre d'espèces acquises par chaque acheteur est très variable (31 en moyenne). La distribution est visible sur la figure 1.5.

Mais ceux-ci diffèrent également par les marchandises recherchées, leur fréquence de présence (figure 1.6), leurs prix de réserve, ou encore leurs stratégies d'achats (figure 1.7).

---

2. La halle à marée de Boulogne-sur-Mer est gérée par la chambre de commerce et d'industrie de Boulogne-sur-Mer côte d'opale. Elle offre les infrastructures (entrepôts réfrigérés, centre logistique, bassins à flot, etc) et services (distribution d'eau, réparations, vente, etc) nécessaires à la pêche.

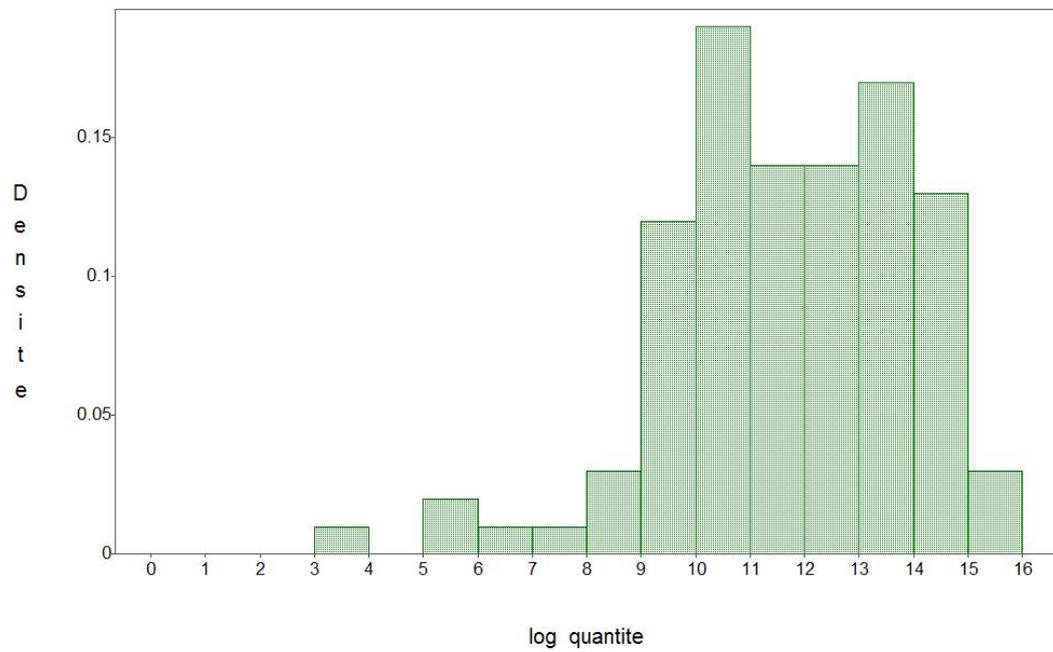


FIGURE 1.4 – Distribution du logarithme des quantités acquises par chaque acheteur, ceux-ci sont de taille très différente, la distribution des quantités étant très étalée.

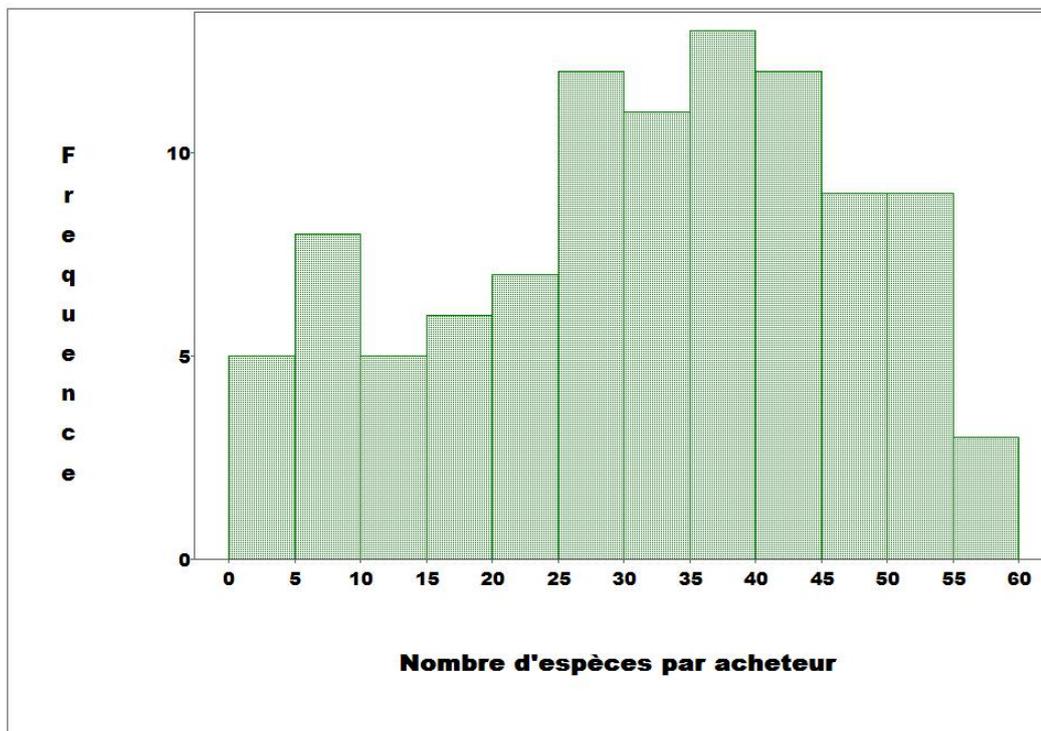


FIGURE 1.5 – Distribution du nombre d'espèces distinctes acquises par chaque acheteur.

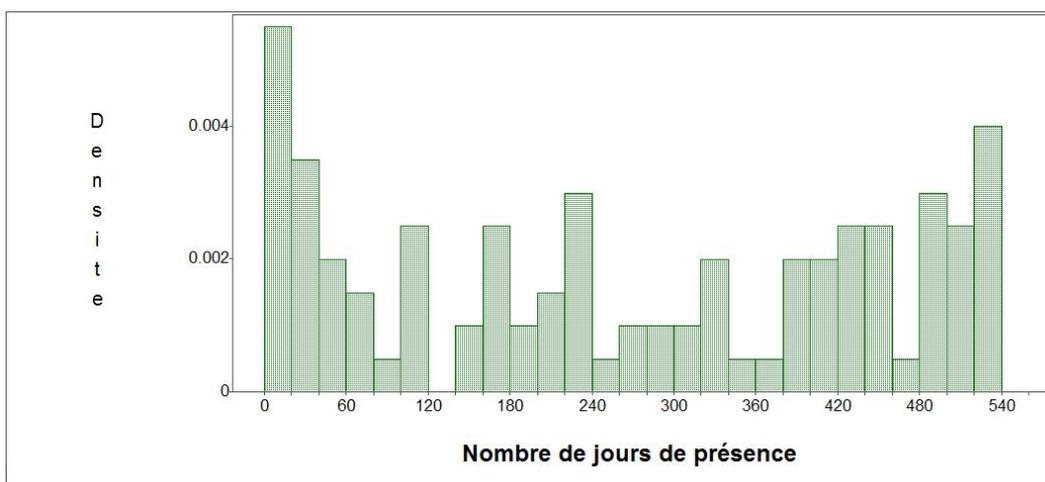


FIGURE 1.6 – Distribution du nombre de jours de présence par acheteur. Nous pouvons observer que de nombreux acheteurs sont venus moins de 20 fois sur la totalité de la période étudiée, et qu'environ la moitié d'entre eux viennent au moins un jour sur deux.

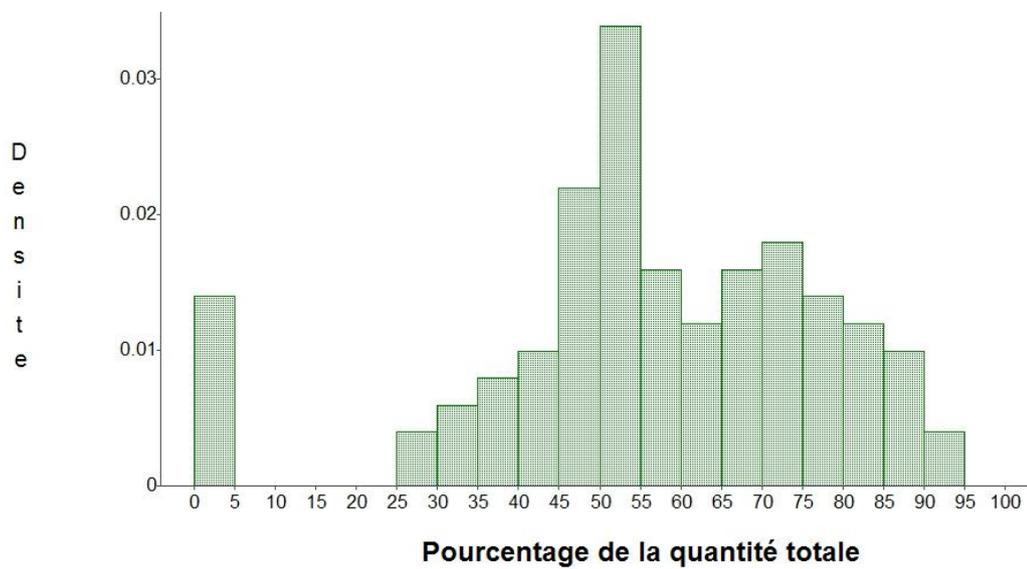


FIGURE 1.7 – Distribution de la quantité achetée sur le marché négocié par acheteur. Nous pouvons observer que les acheteurs ont recours aux deux sous-marchés. Les quelques acheteurs n’ayant eu recours qu’au mécanisme de gré à gré sont des acheteurs n’étant venus que très rarement sur le marché. Les deux marchés étant complémentaires, le pourcentage qui n’a pas été mis sur le marché négocié est mis sur le marché d’enchères.

### 1.4.2.3 Hétérogénéité des vendeurs

Du côté des bateaux de pêche, que nous appellerons 'vendeurs', nous retrouvons également un grande dispersion des quantités (figure 1.8), et du nombre d'espèces pêchées (figure 1.9) .

Une telle diversité s'explique tout d'abord par l'utilisation de matériels différents. Tous les navires ne sont pas identiques, qu'il s'agisse de leur taille ou du matériel de pêche utilisé (voir : 5.11)

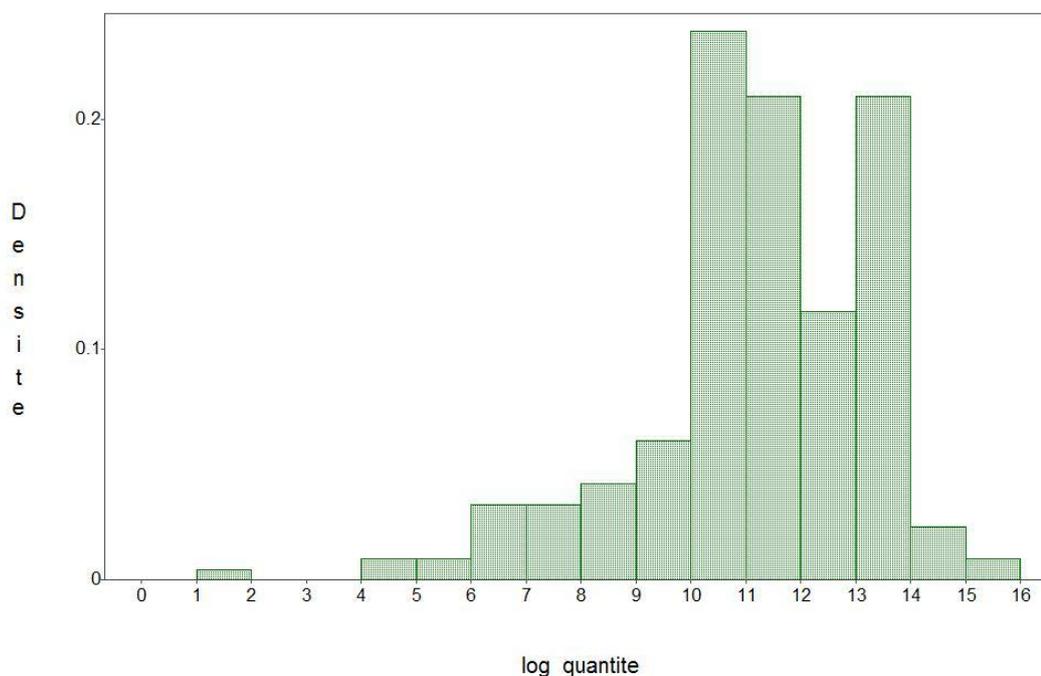


FIGURE 1.8 – Distribution du logarithme des quantités pêchées par chaque navire.

Il existe différents types de pêche qui dépendent des espèces de poissons, coquillages et crustacés pêchés et de la zone où ils vivent. Chaque navire est adapté à son propre "métier" (espèces recherchées, lieux de pêche, techniques de pêche utilisées). Comprendre les exigences propres à ces métiers permet de comprendre l'hétérogénéité des vendeurs.

Le port de Boulogne-sur-Mer regroupe deux grands types de pêche différents :

- La pêche hauturière
- La pêche artisanale

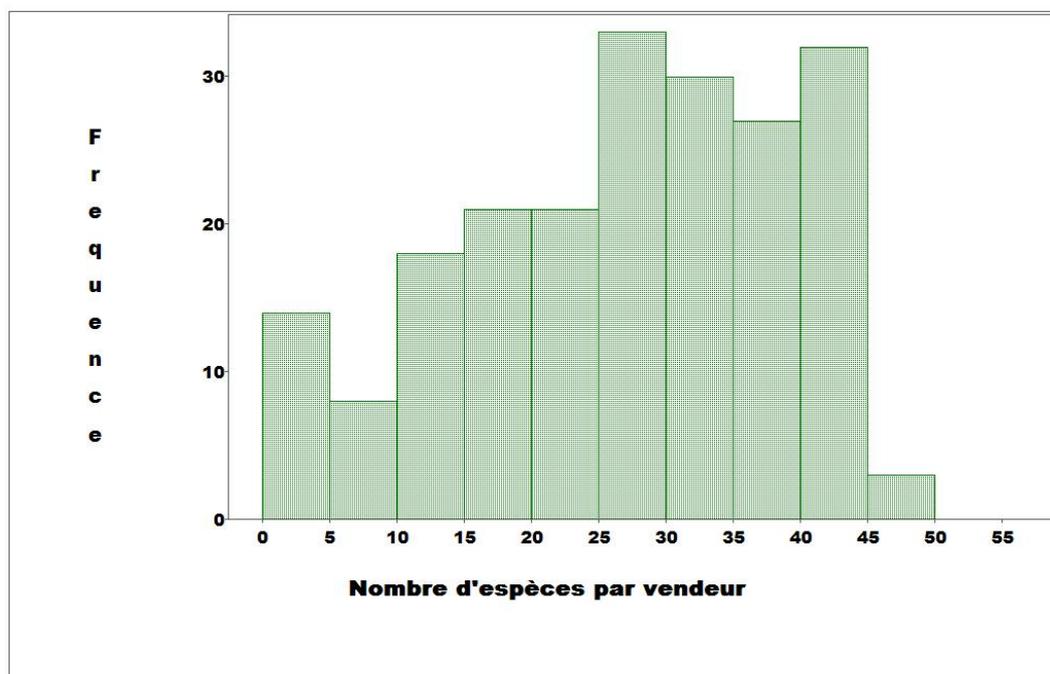


FIGURE 1.9 – Distribution du nombre d'espèces pêchées par navire<sup>2</sup>.

#### 1.4.2.4 La Pêche Hauturière

Egalement appelée pêche au large, elle comprend la pêche fraîche et la pêche par navires congélateurs. Ces navires pêchent majoritairement en Mer du Nord. Le poisson pêché est débarqué à Boulogne, ou dans des ports étrangers (Écossais ou Danois), et une partie du poisson est rapatriée à Boulogne par camion.

Les navires embarquent environ vingt cinq hommes répartis en trois bordées et effectuent le plus souvent des sorties d'une ou deux semaines, bien que certaines campagnes peuvent durer plusieurs mois. Ils appartiennent à des sociétés de capitaux et dont le patron<sup>3</sup> n'est pas propriétaire.

Ce type de pêche peut à son tour se subdiviser en deux catégories :

- La grande pêche, qui se pratique sur de grands chalutiers de 70 à 80 mètres. La grande pêche concerne les navires de plus de 1 000 TJB<sup>4</sup> et dure plus de 20 jours.
- La pêche au large, qui est pratiquée par des chalutiers hauturiers (plus de 25 mètres)

3. Le patron de pêche est un marin très qualifié et un chef d'entreprise. Il est responsable de l'équipage, du navire et du produit de la pêche.

4. La jauge brute est une mesure de la capacité de transport d'un navire. Elle s'exprime en tonneaux de jauge brute (TJB), ou en mètres cubes. Un tonneau de jauge brute équivaut à 100 pieds cubes, soit environ 2,832 m<sup>3</sup>. Un navire de plus de 1000 TJB est donc un navire capable de transporter plus de 2800m<sup>3</sup> de poisson.

	Pêche Fraîche traditionnelle	Pêche par navires congélateurs
Nombre de bateaux	6 chalutiers	3 chalutiers
Types de bateaux	44 à 55 mètres	Environ 50 mètres
Cycle de pêche	7 à 10 jours en mer	30 à 45 jours
Espèces pêchées	Lieu noir, Sébaste, Eglefin...	Cabillaud, Lieu noir, Eglefin

TABLE 1.1 – Caractéristiques des navires de pêche au large.

et par des navires artisans hauturiers de 16 à 25 mètres. La durée de leurs sorties en mer est supérieure à 96 heures.

La production de filets surgelés à bord des chalutiers surgélateurs est vendue sous contrat à des industriels et négociants spécialistes des produits de la mer surgelés. Il convient maintenant de présenter la seconde forme de pêche existante à Boulogne sur mer, appelée communément pêche artisanale.

#### 1.4.2.5 La pêche artisanale

La pêche artisanale est pratiquée par des navires de moins de 25 mètres à proximité des côtes, dont le propriétaire est le patron embarqué. Elle rassemble la majeure partie des effectifs, et elle aussi peut se subdiviser en deux sous catégories.

Elle comprend :

- La pêche côtière, pour laquelle sont utilisés des navires de taille plus modeste (voir le tableau 1.2) qui pratiquent des sorties dont la durée est supérieure à 24 heures, mais inférieure à 96 heures.
- La petite pêche, elle aussi, fait usage de navires de pêche inférieurs à 18 mètres (en moyenne plus petits que ceux de la pêche côtière) qui font des sorties dont la durée est inférieure à 24 heures.

Les zones de pêche sont situées principalement en Manche entre les côtes anglaises et françaises ainsi qu'en Mer du Nord.

	Pêche côtière	Petite pêche
Nombre de bateaux	51 chalutiers	65 chalutiers et fileyeurs
Types de bateaux	12 à 25 mètres	Moins de 18 mètres
Cycle de pêche	2 sorties de 48h par semaine	sorties de 12 à 24h en mer
Espèces pêchées	Merlan, Maquereau, Rouget Barbet...	Plie, Sole, Cabillaud...

TABLE 1.2 – Caractéristiques des navires de pêche artisanale.

### 1.4.3 Comparaison des différents types de pêche

Les volumes et espèces pêchées par des bateaux différents utilisant des méthodes variées, en des lieux différents et avec des durées diverses sont nécessairement extrêmement hétérogènes.

Pêche au large			Pêche côtière			Petite pêche		
Espèce	Quantité	Valeur	Espèce	Quantité	Valeur	Espèce	Qté	Valeur
Lieu noir	3641	4293	Merlan	6651	6047	Sole	1027	6047
Lingue bleue	1053	2116	Maquereau	3200	2788	Plie	405	475
Sabre noir	467	1451	Hareng	2011	850	Hareng	363	160
Grenadier	440	898	Encornet	1377	7041	Cabillaud	186	432
Sébaste	214	507	Tacaud	1123	369	St Jacques	138	352

TABLE 1.3 – Principales espèces par type de pêche en 2009. Les quantités sont en tonnes et les valeurs en millions d’euros. (Source : site officiel du port de Boulogne-Sur-Mer).

Les volumes de la petite pêche sont plus modestes, mais les espèces considérées étant plus ‘cotées’, elles possèdent des prix au Kg moyens plus élevés, se traduisant par des valeurs nominales comparables. Nous pouvons constater que, du fait du grand nombre d’espèces vendues, aucune ne prédomine vraiment sur le marché. Ceci nous interdit de faire l’économie de l’étude de l’hétérogénéité des biens. En effet expliquer comment une espèce particulière de poisson est vendue ne peut suffire à expliquer le comportement du marché dans son ensemble.

#### 1.4.4 Fonctionnement

Comme indiqué précédemment nous distinguons deux formes d'organisation sur ce marché : le poisson est vendu soit aux enchères en salle des ventes, le matin à 5 ou 6 heures selon les jours, par internet sur stock flottant avant l'arrivée à quai du bateau, ou directement du producteur au mareyeur, (Nous y revenons en détail par la suite dans la section 1.4.5).

La pêche a lieu de nuit, et les bateaux sont déchargés au petit matin (entre 3h et 5h du matin environ). La vente commence à 5h et se termine une heure après. Cela permet au poisson d'être préparé puis expédié dans toute l'Europe en fin de matinée.

Ce marché n'est pas ouvert aux particuliers. Les entreprises (mareyeurs, poissonniers, saleurs, conserveur...) doivent être agréées en tant qu'acheteurs à la halle à Marée de Boulogne-sur-Mer pour participer aux ventes.

Certains chalutiers sont équipés d'appareils permettant de peser le poisson à bord, et qui, depuis leurs lieux de pêche, communiquent à la halle à Marée par fax ou par téléphone les volumes de chaque espèce qu'ils viennent de pêcher.

Ensuite, la halle à Marée se charge de communiquer par informatique les données aux différents acheteurs (écoreurs, mareyeurs, etc.) qui se positionnent sur les marchandises qui les intéressent. Dans certains cas, les opérateurs en l'amont et en l'aval de la filière ne se rencontrent pas physiquement lors de la vente, les acheteurs achètent à distance sans voir les produits.

Le marché est ouvert 6 jours par semaine (fermé le dimanche).

### 1.4.5 Les transactions

En pêche fraîche, il existe plusieurs mécanismes de vente à Boulogne-sur-Mer, plus ou moins usités selon le type de pêche et les pratiques des opérateurs.

Les poissons peuvent parfois être vendus avant même d'être débarqués sur le port de Boulogne-sur-Mer, la marchandise étant vendue par téléphone avant que celle-ci n'arrive au port. Ce type de vente est caractéristique de la pêche hauturière, ce mécanisme nécessitant des sorties de longue durée. Eu égard à la spécificité de ce système (les échanges n'ayant pas physiquement lieu au marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer), ce segment de marché sera omis des présents travaux. Les transactions de ce type apparaissent comme du gré à gré dans notre base de données, mais ont été retirées par nos soins. Ainsi notre thèse se focalise sur les deux modes de vente subsistant.

Les sorties pratiquées par les navires de pêche artisanale étant trop courtes durées, les quantités et la nature des poissons pêchés ne sont connues des mareyeurs que lors du débarquement, voire durant la vente à quai.

Dans un autre cas de figure, les quantités pêchées sont connues en amont de leur débarquement au port, mais ne sont pas encore vendues avant d'être déchargées. Ces marchandises sont alors effectivement vendues aux enchères sur le marché de Boulogne-sur-Mer. C'est un mécanisme concernant essentiellement la pêche artisanale, dont une proportion importante du tonnage est vendu de cette manière.

La vente aux enchères à la halle à Marée permet de confronter l'offre et la demande, ce qui permet aux producteurs et aux acheteurs d'espérer trouver un marché transparent et attractif.

Le dernier mécanisme de vente concerne le marché de gré à gré. Dans ce cadre la vente a lieu sur le quai, entre vendeurs de la pêche artisanale et poissonniers. Des mareyeurs peuvent aussi avoir recours à ce système pour s'approvisionner en petites quantités. Par la suite ce système de vente sera appelé 'gré à gré' ou 'négocié'.

La valeur moyenne d'une transaction, tous mécanismes confondus est de 235€, et la quantité moyenne de 90.3Kg.

### 1.4.6 Déroulement des enchères à la halle aux marées de Boulogne-sur-Mer

Plusieurs commissaires-priseurs travaillent parallèlement, chacun organisant les transactions de quelques espèces de poissons (de la même manière que, sur la Bourse de New York, chaque spécialiste traite uniquement un groupe d'actions restreint). Une telle or-

ganisation peut avoir un effet sur les prix relatifs des différentes espèces dans la mesure où ces enchères sont tenues simultanément. Ces enchères sont descendantes, avec un prix minimum garanti.

Depuis 2008, la méthode a été modernisée. Celle-ci se rapproche désormais des enchères anglaises. Sur un cadran sont affichés : le nom du bateau, le type de caisse, le prix minimum garanti, le poids, etc. Et bien sûr le prix.

Le nouveau protocole est le suivant : le prix commence à un seuil élevé, puis descend au fur et à mesure selon des paliers prédéfinis, jusqu'à ce qu'un des mareyeurs appuie sur un bouton. Celui-ci devient adjudicataire. D'autres acheteurs peuvent alors s'inscrire sur cette même transaction en appuyant eux aussi sur ce bouton. Le commissaire-priseur interroge le premier à avoir appuyé sur la quantité de bien qu'il aimerait acquérir. Si celui-ci achète l'intégralité du lot, il n'y a plus rien pour les autres. Au contraire, si l'intégralité du stock n'a pas été vendue, alors on interroge l'acquéreur suivant et ainsi de suite. Enfin si il reste de la marchandise sur le lot, on redémarre une enchère. Ce système informatisé permet d'exécuter 300 enchères par heure.

### 1.4.7 Le marché de gré à gré de Boulogne-sur-Mer

Une vente sur le marché négocié se déroule de la manière suivante :

Les vendeurs exposent leurs produits sans en afficher les prix ; les acheteurs doivent donc s'enquérir des prix proposés par chaque vendeur, puis accepter ou rejeter la transaction. Un acheteur demande une certaine quantité de poisson à un vendeur. Si le prix proposé par le vendeur est inférieur au prix de réserve de l'acheteur, l'échange peut avoir lieu. Dans le cas contraire, l'acheteur peut soit refuser toute transaction, soit effectuer une transaction sur une quantité plus basse que celle prévue initialement. Du fait de contraintes de temps importantes, tout autant du côté des acheteurs que des vendeurs, le processus de négociation en est réduit à sa plus simple expression. Il n'y a, de fait, pas de négociation sur les prix, mais seulement sur les quantités échangées. Si le prix du produit lui apparaît surévalué, au lieu de discuter le prix proposé, l'acheteur préfère s'enquérir du prix chez le vendeur suivant.

Ce type de marché complique l'obtention d'informations, car les prix des transactions ne sont pas connus des autres acheteurs et vendeurs. Cela favorise les acheteurs et vendeurs réguliers, et incite à la fidélisation.

## 1.5 Les données de la halle aux marées de Boulogne-sur-Mer

Cette section présente les données utilisées dans les parties empiriques de ce présent travail, et dont sont tirées les statistiques présentées par la suite<sup>5</sup>.

Il existe une organisation commune des marchés des produits de la pêche et de l'aquaculture qui vise à concilier différents objectifs : soutenir les revenus des pêcheurs, stabiliser le marché et assurer une offre régulière de produits de qualité. Pour atteindre ces objectifs, la communauté s'est dotée de différents instruments, dont certains nous concernent directement :

- les normes communes de commercialisation des produits : des normes de taille, de présentation, d'emballage et d'étiquetage garantissent la qualité du poisson frais et transformé vendu dans la Communauté ;
- un système de prix communs : la régulation des prix est assurée par la fixation d'un prix minimum par espèce en deçà duquel les produits ne sont plus mis en vente ;
- les organisations de producteurs peuvent fixer leurs propres prix de retraits et participent étroitement au fonctionnement du marché et à la gestion des quotas de pêche.

C'est l'existence de ces normes qui permet l'existence de bases de données standardisées des transactions ayant lieu dans les différentes halles aux marées (dont celle de Boulogne-sur-Mer)<sup>6</sup>.

Dans la base de données que nous utilisons est enregistrée la totalité des transactions ayant lieu chaque jour au marché au poisson de Boulogne sur Mer de 2005 à 2007.

Pour chaque transaction, nous avons à notre disposition les variables descriptives suivantes (voir figure 1.10) :

- l'identifiant du vendeur ;
- l'identifiant de l'acheteur ;
- l'espèce de poisson échangée ;
- le mécanisme de vente utilisé (enchère/négocié) ;
- une description qualitative du produit (taille, provenance, présentation) ;
- le prix au kilo ;
- la quantité échangée ;

---

5. Les données proviennent de l'agence FranceAgriMer. FranceAgriMer est un établissement national des produits de l'agriculture et de la mer. C'est un établissement public administratif placé sous la tutelle de l'État, créé le 1er avril 2009 qui est issu de la fusion de cinq offices agricoles : Ofimer, Office de l'Élevage, ONIGC, Onippam et Viniflor. FranceAgriMer est un lieu d'échanges et d'arbitrage entre les filières françaises de l'agriculture et de la pêche, rassemblé au sein d'un même établissement, en lieu et place des anciens offices agricoles.

6. L'existence de ces normes est antérieure à la création de FranceAgriMer, les données utilisées ont été collectées par l'Ofimer, organisme n'existant plus à l'heure actuelle.

- la date de la transaction.

	Date_vente	Crise	Bateau	Espec	Taille	Preentation	Quite	Type_transaction	Acheteur	APE	Quantite	Prix_au_kilo	Montant
78095	19/04/65	BL		899830	31210	30	110	2	11	526 513S	41	9.5	389.5
78096	19/04/65	BL		899830	31210	40	110	2	11	526 513S	157	8.5	1334.5
78097	19/04/65	BL		899830	31210	51	110	2	11	526 513S	18	6	108
78098	19/04/65	BL		899830	33090	33	110	2	11	600 513S	0.6	5.5	3.3
78099	19/04/65	BL		899830	38030	30	110	2	11	548 513S	27	0.5	13.5
78100	19/04/65	BL		900452	31020	40	120	2	11	558 513S	3.5	11	38.5
78101	19/04/65	BL		900452	31030	20	120	2	11	558 513S	2.8	8	22.4
78102	19/04/65	BL		900452	31150	10	110	2	11	321 513S	5.8	2.8	16.24
78103	19/04/65	BL		900452	31210	10	110	2	11	86 513S	32	9.5	304
78104	19/04/65	BL		900452	31210	40	110	2	11	375 513S	36	8.5	306
78105	19/04/65	BL		900452	31210	51	110	2	11	347 513S	15	6	90
78106	19/04/65	BL		900452	33410	30	110	2	11	296 513S	1	8	8
78107	19/04/65	BL		900452	38030	30	110	2	11	10 513S	13	1	13
78108	19/04/65	BL		900452	57010	10	110	2	11	603 513S	17	2	34
78109	19/04/65	BL		900462	31020	10	120	2	11	558 513S	4	18	72
78110	19/04/65	BL		900462	31020	40	120	2	11	558 513S	4.4	6.1	26.84
78111	19/04/65	BL		900462	31030	30	120	2	11	558 513S	2	5.35	10.7
78112	19/04/65	BL		900462	31110	20	110	2	11	543 513S	94	0.4	37.6
78113	19/04/65	BL		900462	31150	20	110	2	11	321 513S	63	2.65	166.95
78114	19/04/65	BL		900462	31150	40	110	2	11	543 513S	19	0.91	17.29
78115	19/04/65	BL		900462	31200	10	110	2	11	558 513S	17	3.81	64.77
78116	19/04/65	BL		900462	31210	20	110	2	11	86 513S	9.5	9.5	90.25
78117	19/04/65	BL		900462	31210	20	110	2	11	321 513S	150	9.5	1425
78118	19/04/65	BL		900462	31210	40	110	2	11	347 513S	163	8.5	1385.5
78119	19/04/65	BL		900462	31210	51	110	2	11	526 513S	22	4	88
78120	19/04/65	BL		900462	33090	31	110	2	11	558 513S	0.8	7	5.6
78121	19/04/65	BL		900462	38030	30	110	2	11	10 513S	19	1	19
78122	19/04/65	BL		900462	57010	10	110	2	11	603 513S	34	2	68
78123	19/04/65	BL		912361	32050	30	120	2	11	548 513S	10	6.5	65
78124	19/04/65	BL		912361	32050	40	120	2	11	548 513S	17	5	85
78125	19/04/65	BL		912361	32110	30	110	2	11	526 513S	24	2.3	55.2
78126	19/04/65	BL		912361	32110	40	110	2	11	526 513S	255	0.89	226.5
78127	19/04/65	BL		912361	32110	40	110	2	11	344 513S	24	1.1	26.4
78128	19/04/65	BL		912361	32110	40	110	2	11	597 513S	150	1.5	225
78129	19/04/65	BL		912361	32110	40	110	2	11	518 513S	13	1.8	23.4
78130	19/04/65	BL		912361	32130	30	120	2	11	86 513S	42	3.2	134.4
78131	19/04/65	BL		912361	32160	20	110	2	11	296 513S	90	0.61	54.9
78132	19/04/65	BL		912361	33020	20	110	2	11	526 513S	352	2.44	858.6
78133	19/04/65	BL		912361	33020	20	110	2	11	597 513S	29	1.79	52
78134	19/04/65	BL		912361	33020	20	110	2	11	558 513S	10	1.5	15
78135	19/04/65	BL		912361	33020	31	110	2	11	526 513S	26.5	2.3	60.95

FIGURE 1.10 – Extrait de la base de données

Néanmoins l'heure exacte de la transaction n'est pas inscrite dans la base de données, seul le jour étant enregistré.

Sont présents dans cette base de données 100 acheteurs et 213 vendeurs aux caractéristiques diverses, ainsi que 80 espèces de poissons. Prise dans sa totalité cette base de données représente un peu plus d'un million de transactions. La nature du navire est inconnue. Il n'est en effet pas indiqué si ceux-ci sont des navires de petite pêche, de pêche côtière, ou de pêche au large. Cette nature peut, parfois, être déduite à partir des comportements observés des vendeurs.

## 1.6 Conclusion

Nous avons à notre disposition les données correspondant à la totalité des échanges ayant eu lieu dans la Halle à marée de Boulogne-sur-mer.

Comme nous l'avons vu, ce marché se caractérise par de multiples particularités. La spécificité principale réside dans la coexistence de deux systèmes de marché auxquels vendeurs et acheteurs peuvent faire appel selon leurs préférences.

Ceci permettra d'étudier les différences induites par la structure du marché, ainsi que les variables décisionnelles qui incitent les acteurs à utiliser un système de vente plutôt qu'un l'autre.

Chacun de ces deux sous-marchés devrait disposer d'un avantage qui lui est propre afin de permettre leur coexistence. En effet, dans le cas inverse, la totalité des transactions devrait converger vers un unique mécanisme de vente.

Il conviendra aussi d'étudier les conséquences de l'hétérogénéité de tous les composants du marché. Une même cause peut en effet avoir des effets différents sur deux agents si ceux-ci sont de nature différente.



## 2 Revue de littérature

## 2.1 Introduction

Ce second chapitre a pour objectif de donner un aperçu d'horizon de la littérature sur trois sujets abordés dans la thèse.

Une étude plus poussée de la littérature sera menée dans l'introduction de chaque chapitre, focalisée sur les articles traitant de la problématique du chapitre concerné.

L'organisation d'un marché est définie par les règles de négociation et son système de transaction. Sa structure va déterminer qui peut participer, de quelle manière, à quel moment, ainsi que l'information à la disposition des agents. À travers ce chapitre nous voulons donc tout d'abord montrer pourquoi les mécanismes de vente ont une influence sur le résultat, puis de quelle manière et dans quelles circonstances l'outil informatique peut servir utilement à l'étude des marchés.

Les approches privilégiées ici s'écartent du marché Walrassien et de son silence sur les interactions individuelles. En effet, pour résoudre les questions qui nous intéressent, nous serons appelés à utiliser des outils d'analyse de réseaux afin d'étudier les phénomènes d'interactions ainsi qu'à des systèmes multi-agents à même de reproduire l'hétérogénéité du marché.

## 2.2 Enchères

Un des mécanismes de vente utilisé sur le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer est le mécanisme d'enchères. Mécanisme à première vue très proche de "l'idéal Walrassien", dans la mesure où il s'agit d'un marché centralisé.

La littérature sur les enchères est importante à plusieurs titres. Tout d'abord, c'est une méthode de transaction extrêmement utilisée de par le monde pour échanger des biens ou services. De part sa nature même à révéler les préférences des agents, les ventes aux enchères représentent des environnements propices pour tester la validité des théories économiques. Enfin, ces systèmes ont si bien été étudiés que les conclusions tirées de ceux-ci ont souvent contribué à l'analyse d'autres systèmes de transactions.

Les enchères sont des mécanismes d'allocation de ressources dont l'utilisation remonte à l'antiquité. On considère généralement que l'histoire des enchères a débuté vers 500 av. J.-C. avec le marché du mariage de Babylone. Dans ses écrits, Hérodote décrit des enchères au premier prix au cours desquelles la main des jeunes femmes était accordée au plus offrant.

*"Voici les lois en usage chez eux. La plus sage à mes yeux est la suivante, en vigueur également, me dit-on, chez les Enètes d'Illyrie : dans chaque bourgade, une fois par an, on procédait à la cérémonie que voici : toutes les filles arrivées à l'âge du mariage*

*étaient réunies et conduites ensemble en un même lieu, et les hommes s'assemblaient autour d'elles. Un crieur public les faisait lever l'une après l'autre et les mettait en vente, en commençant par la plus belle ; celle-ci vendue pour une forte somme, il mettait aux enchères la seconde en beauté. Toutes étaient venues pour être épousées. Les Babyloniens d'âge à se marier qui étaient riches se disputaient aux enchères les plus belles ; les gens du peuple en âge de se marier qui, eux, ne tenaient pas à la beauté recevaient au contraire une somme d'argent en prenant les filles les plus laides. En effet, la vente des plus jolies terminée, le crieur faisait lever la plus laide et l'offrait à qui voulait l'épouser au prix le plus bas, pour l'adjuger enfin à l'acquéreur le moins exigeant. L'argent venait de la vente des jolies filles, qui mariaient ainsi les laides et les infirmes. Personne n'avait le droit de marier sa fille à son gré, ni d'emmener chez soi la fille achetée sans fournir de répondant [. . .] Si les mariés ne s'entendaient pas, la loi portait qu'on rendait l'argent." (Hérodote)*

Dans les sociétés contemporaines, les mécanismes de vente aux enchères ont été traditionnellement utilisés pour les produits de l'agriculture et de l'élevage. Parallèlement, les objets pour lesquels il est difficile d'estimer les coûts de production et ceux pour lesquels les coûts ne reflètent pas la valeur font également l'objet de ventes aux enchères (à l'instar des oeuvres d'art).

### 2.2.1 Les principales formes d'enchères

Dans le cas le plus simple d'un bien indivisible, on distingue traditionnellement quatre procédures d'enchères :

- Les enchères anglaises, enchères dites ascendantes, dans lesquelles le commissaire annonce un prix puis l'augmente progressivement. Le bien est attribué au plus offrant (donc au dernier enchérisseur).
- Les enchères hollandaises dites descendantes. Le vendeur annonce un prix élevé puis le diminue progressivement jusqu'à ce qu'un soumissionnaire se présente et se voit attribuer le bien (le premier enchérisseur est le vainqueur).
- Les enchères scellées au second prix (enchères de Vickrey) dans lesquelles les soumissions s'effectuent sous plis scellés. L'adjudication se fait au plus offrant et au prix du second meilleur enchérisseur (autrement dit le gagnant paye le second prix le plus élevé).
- Les enchères scellées au premier prix lors desquelles les soumissions s'effectuent également sous plis scellés. L'adjudication se fait au plus offrant et au prix de son enchère.

Une distinction majeure peut être faite entre les enchères anglaises et hollandaises d'une part, et les enchères scellées au premier et second prix d'autre part.

- Les premières sont des enchères publiques, où les offres sont annoncées publiquement. Ces informations seront donc connues de tous les autres agents. De plus, elles sont dynamiques, c'est-à-dire qu'un même agent pourra faire plusieurs offres lors d'une

même enchère. Cela permet une adaptation des stratégies d'achats prenant en compte les actions des autres enchérisseurs.

- Les dernières sont à l'inverse des enchères privées, dans la mesure où les offres ne sont pas communiquées aux autres acheteurs, et statiques, car un acheteur ne peut formuler qu'une seule offre.

Ces mécanismes classiques peuvent être complétés par des règles supplémentaires dont l'influence sur le déroulement de la procédure, et donc sur l'issue du processus (prix, attribution) n'est pas considérée comme négligeable. Le vendeur peut par exemple établir :

- un prix de réserve correspondant à une valeur seuil de soumissions des prix ;
- une règle liant l'octroi de droits d'utilisation à l'activité future de l'utilisateur ;
- des droits d'entrée ou de paiement des perdants ;
- une augmentation minimale des offres afin de réduire la durée de l'enchère.

Il existe d'autres mécanismes plus complexes, principalement utilisés lors de la vente de plusieurs biens, ou d'un bien divisible. Ceux-ci peuvent être séquentiels (une enchère après l'autre), ou bien simultanés comme dans Milgrom (2000). Se pose alors la question des différences en termes de prix et d'allocation des ressources entre ces mécanismes.

### 2.2.2 Equivalence des revenus

Le théorème de l'équivalence-revenu est un résultat capital de la théorie des enchères. Celui-ci a été présenté dès la première étude analytique des enchères dans Vickrey (1961*a*). Il démontre que : *Toutes les procédures d'enchère dans lesquelles le vainqueur est celui qui annonce le plus fort prix et dans lesquelles ceux qui ne gagnent pas réalisent le même surplus - en général un surplus nul - aboutissent au même prix, c'est-à-dire au même revenu pour le vendeur, à condition que les enchérisseurs soient neutres par rapport au risque (utilité du revenu linéaire).*

Dans la lignée des travaux de William Vickrey, Myerson et Riley-Samuelson ont généralisé le théorème, et démontré en 1981 que les quatre enchères classiques sont équivalentes pour le vendeur et souvent optimales aussi bien pour les valeurs communes que pour les valeurs privées. Autrement dit, un vendeur peut être indifférent entre deux systèmes d'enchères. Cette équivalence des revenus n'est plausible que sous certaines (et fortes) hypothèses :

- les joueurs sont neutres face au risque. L'incertitude ne leur créant pas de désutilité, les agents sont indifférents entre une loterie et l'espérance de cette loterie ;
- les évaluations privées de chaque joueur sont tirées de la même distribution de probabilité (symétrie des joueurs) ;
- les acheteurs disposent de la même information ;
- le prix d'adjudication, autrement dit la valeur de marché du bien, ne dépend que des prix d'offres individuelles.

Sous ces mêmes conditions d'information parfaite, la théorie des jeux démontre, également que :

- l'enchère hollandaise et l'enchère scellée au premier prix sont équivalentes du point de vue informationnel ;
- l'enchère anglaise et l'enchère scellée au second prix sont également équivalentes du point de vue informationnel ;
- dans ce modèle totalement symétrique, les quatre procédures d'enchères assurent une allocation Pareto-optimale : le bien est attribué à celui qui le valorise le plus ;
- le revenu espéré du vendeur est une fonction croissante du nombre d'enchérisseurs ;
- la rente du gagnant de l'enchère (c'est-à-dire la différence entre le prix d'offre le plus élevé et le second meilleur prix d'offre) est une fonction croissante de la variance des distributions d'évaluation.

Cependant, force est de constater que ces hypothèses d'information parfaite sont rarement transposables à la réalité (Maskin & Riley (1985)). Cela implique que le choix d'une procédure optimale d'enchères est un problème majeur tant du point de vue individuel que social.

Les hypothèses du théorème n'étant pas très réalistes, différents facteurs divergeants du cadre initial ont été étudiés.

### 2.2.3 Aversion au risque

En supposant les agents averses au risque, lors d'enchères au second prix et ascendantes, la stratégie optimale des joueurs reste inchangée. En ce qui concerne les enchères au premier prix, le joueur averse au risque joue plus agressivement. Il est donc profitable pour un vendeur neutre de procéder à une enchère au premier prix s'il fait face à des joueurs averses au risque. Ceci implique que les enchères de premier prix mènent à des prix plus élevés quand les joueurs (les acheteurs) n'aiment pas le risque (Maskin & Riley (1984)).

### 2.2.4 Corrélations, affiliations

Il est important de souligner que les offres faites par les acheteurs peuvent dépendre des autres offres faites par leurs concurrents. Il existe donc une corrélation entre les offres, une offre plus importante poussant les autres agents à augmenter leur mise. Dans le cas où l'information privée d'un agent dépend de l'information des autres joueurs, les enchères ascendantes génèrent des prix anticipés plus importants que les enchères fermées au second prix, alors que ces dernières induisent déjà des prix anticipés plus élevés que les enchères fermées au premier prix. Si le vendeur dispose d'une information, il est alors dans son intérêt de la révéler aux acheteurs potentiels afin d'augmenter le prix anticipé (en reliant la valeur de l'information au prix anticipé). Myerson (1981*b*) a développé un mo-

dèle général basé sur ce concept d'affiliation, capable de gérer les problèmes de corrélation entre variables explicatives des évaluations pour chacun des agents. Cela a permis de réunir dans un même modèle les deux pôles de la théorie des enchères qui correspondent à des cas particuliers de ce modèle général. Le premier pôle porte sur les procédures d'enchères d'un bien à valeurs privées indépendantes. Dans ce type de modèle, chaque enchérisseur attribue une valeur au bien, indépendamment de celle des autres et cette valeur constitue une information privée. Les évaluations des différents soumissionnaires sont issues d'un tirage aléatoire conforme à une distribution de probabilité commune. Le second pôle porte sur les procédures d'enchères d'un bien à valeur commune. Dans ce type de modèle, la valeur du bien *ex post* est la même pour tous les acheteurs potentiels, mais inconnue *ex ante*. Les enchérisseurs possèdent des estimations privées sur la véritable valeur du bien. Ces estimations sont issues d'un tirage aléatoire conforme à une distribution de probabilité commune.

### 2.2.5 Asymétrie d'information

La prise en compte de l'asymétrie d'information entre agents a de multiples conséquences. Tout d'abord, si les valeurs privées (signaux) des joueurs ne sont pas tirées d'une distribution commune alors ces derniers n'attribuent pas la même valeur à l'objet. Ceci provoque des modifications vis-à-vis de l'allocation des ressources. Cependant, la grande variété d'asymétries d'information possibles complique la présentation de toutes les conséquences potentielles. Néanmoins nous pouvons citer Maskin & Riley (1985) et Maskin & Riley (2000) sur ces sujets ; ou plus récemment Cantillon (2008) qui étudie l'influence des asymétries sur les revenus. Un des principaux résultats de ces travaux est que les enchères scellées ont tendance à favoriser les enchérisseurs ayant des prix de réserve bas. En effet les enchérisseurs les plus forts ont, dans ce cas de figure, un plus grand intérêt à enchérir en dessous de leur prix de réserve, permettant à un enchérisseur plus faibles d'avoir une chance de l'emporter.

### 2.2.6 Enchères multi-unité

Il arrive que des biens soient vendus aux enchères en grande quantité. Dans ce cas il est peu probable qu'un seul acheteur puisse (ou veuille) obtenir la totalité du lot. Preuve en est, il est parfois précisé qu'il doit obligatoirement y avoir plusieurs acquéreurs pour que l'enchère soit valide. Les émissions de titres financiers sont souvent réalisées de cette manière : bons du Trésor à court ou long terme, obligations diverses (publiques ou privées), parfois même actions. Il y a deux types de procédures pour les adjudications multiples. Elles sont toutes deux écrites. Chaque acheteur propose une quantité et un prix, en ouvrant les propositions on classe les acheteurs potentiels par prix décroissant, et on les sert dans cet ordre :

le premier (celui qui a proposé le prix le plus élevé) sera servi pour tout ce qu'il a demandé,

puis le second en prix est servi s'il reste assez de marchandise et dans la limite du stock restant. Puis vient le troisième, etc. jusqu'à ce que tout le stock soit épuisé.

Les deux procédures se distinguent par le mécanisme de prix retenu. Dans l'enchère concurrentielle, tous les acheteurs paient le même prix, celui du dernier acquéreur : c'est le plus bas des prix proposés par les acheteurs du bien. Dans l'enchère discriminatoire, chacun des vainqueurs paie le prix qu'il a proposé. Les prix sont donc différenciés.

Une analyse de l'enchère optimale dans le cas où les acheteurs ont des courbes de demande décroissante indépendamment tirées d'une distribution, pour des quantités données d'un bien homogène a été faite dans Maskin & Riley (1989). Un récent article (Hortaçsu (2011)) discute des derniers progrès concernant l'analyse empirique de ce types d'enchères.

### **2.2.7 Le problème des paniers de biens**

Un vendeur ayant originellement en sa possession plusieurs types de biens (comme c'est le cas pour ceux du marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer) sera nécessairement confronté à la question suivante : Est-il dans son intérêt de vendre ces biens séparément (au risque d'avoir certains invendus) ou bien de les vendre groupés (au risque de ne pas tirer un profit maximum pour chacun) ?

Dans l'article Palfrey (1983), il a été démontré que l'intérêt à diviser les biens est inversement proportionnel au nombre d'acheteurs potentiels. Plus récemment les auteurs de Peter T.L. Popkowski Leszczyc (2010) introduisent, et testent de manière empirique, un modèle conceptuel des déterminants de la rentabilité à regrouper les biens. Ils montrent que si en général grouper les produits n'est pas rentable, ce n'est plus le cas lorsque les bien considérés sont complémentaires.

## 2.3 Le marché négocié

L'autre forme de marché auquel les agents économiques du marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer peuvent avoir recours est un marché de gré à gré, c'est-à-dire un marché négocié. Ce mécanisme s'éloigne bien plus du marché Walrassien que n'importe quel mécanisme d'enchère. Il n'existe pas ici d'agent central, de commissaire priseur. Les agents économiques doivent s'auto-organiser, ne disposent pas de la même information, n'interagissent pas avec les mêmes personnes. En bref l'hétérogénéité de leurs caractéristiques et de leurs comportements va fortement modifier le résultat final. Cette section s'intéresse plus particulièrement à l'influence de l'information, des interactions, de l'hétérogénéité, et des manières de traiter les différents aspects de ces problèmes.

### 2.3.1 La relation entre le prix, l'information et la qualité

Dans les années soixante apparaissent des courants de pensée qui essaient de prendre en compte la possibilité que des biens homogènes puissent être échangés à des prix différents, remettant ainsi en cause le principe d'unicité du vecteur de prix de Walras.

Stigler ouvre la porte à la prise en compte des problèmes d'information et de stratégies des consommateurs en 1961. Il conserve l'idée que les échanges ont lieu à l'équilibre, mais redéfinit cet équilibre, afin qu'il prenne en considération le problème de l'information et de son influence sur les choix stratégiques. Dans son modèle, les agents sont conscients d'être en situation d'information imparfaite, avec des prix différents suivant les vendeurs, sans connaître cependant la dispersion de ceux-ci. Ils doivent alors adopter un processus de recherche, afin de rechercher le meilleur prix, mais sous contrainte d'un coût de recherche maximum à ne pas dépasser. Chaque agent visitera un nombre maximum de vendeurs à chacun de ses passages sur le marché. Nombre qui est déterminé par le prix de recherche d'informations que celui-ci est prêt à payer. La recherche s'arrête lorsque le gain espéré par une nouvelle recherche est inférieur au coût de ladite recherche. La transaction aura lieu au prix minimum rencontré par l'acheteur. La seule variable décisionnelle dans cette approche est le coût de recherche d'informations et donc, par son biais, le nombre de vendeurs maximum que pourra rencontrer chaque acheteur.

On constate que dans ce type de modèle l'équilibre trouvé n'est pas composé d'un prix unique comme dans un marché Walrassien mais d'une distribution de prix qui est fonction des différents coûts de recherche des acheteurs. Dans le cas spécifique où tous les acheteurs visitent chacun la totalité des vendeurs on se retrouve dans le cas de l'équilibre Walrassien fait d'un prix unique.

Cette voie a été approfondie par Rothschild en 1973, afin d'intégrer les caractéristiques des vendeurs, et donner aux agents la possibilité de prendre en compte le passé pour an-

ticiper le futur (auparavant les individus avaient des stratégies myopes, n'apprenant rien des actions passées et fixant leurs décisions a priori). Pour lui, les agents possèdent également un prix de réserve, et toutes les transactions doivent se faire en deçà de celui-ci. Ceux-ci arrêtent leur recherche dès qu'ils rencontrent un prix inférieur ou égal à leur prix de réservation. De plus, les vendeurs ont la capacité de modifier leurs prix en fonction des transactions passées.

Les travaux qui ont poursuivi dans cette voie se sont principalement focalisés sur la problématique de la quantité d'informations à la disposition des agents. Cela peut aller d'une connaissance parfaite de la distribution des prix, rendant de fait l'apprentissage inutile, à sa méconnaissance totale, cas dans lesquels les agents révisent leurs croyances concernant les prix au fur et à mesure que la quantité d'information à leur disposition s'étoffe.

Un point commun entre ces approches est que, dès lors que le temps est illimité ou les coûts sont nuls, l'équilibre du marché rejoint l'équilibre Walrasien.

Ce courant de pensée n'est pas exempt de critiques. On peut souligner que l'importance des caractéristiques intrinsèques des individus est ignorée. Nous avons à faire à des individus moyens, qui de plus sont supposés être en nombre infini. De même pour les biens échangés, leur nature n'est censée n'avoir aucune conséquence sur l'échange. Ces hypothèses ont été remises en question dans la littérature d'autres courants de la pensée économique, afin de pouvoir prendre en compte l'influence de l'hétérogénéité des biens et des agents sur les marchés.

### 2.3.2 Hétérogénéité des biens et des agents

En 1970, Akerlof fut le premier à remettre en question le paradigme d'homogénéité des biens et des agents. Dans le célèbre article Akerlof (1970), est introduit à la fois une hétérogénéité dans la qualité des biens et dans les caractéristiques intrinsèques des agents.

Dans ce cadre théorique, les consommateurs décident de l'acquisition d'un bien au regard de leur contrainte de coût personnelle. Le prix  $y$  est perçu comme un signal de la qualité du bien.

Les stratégies des agents dépendent de la qualité perçue du bien. Le problème réside dans l'estimation de cette qualité elle-même. En effet si le bien est de nature complexe, les stratégies individuelles vont en être modifiées.

A supposer que les agents utilisent leurs connaissances acquises vis-à-vis d'un bien pour en estimer leur qualité, il est nécessaire de distinguer la qualité objective d'un bien de sa qualité perçue (subjective). Cette distinction va se retrouver à travers les effets de réputation sur les marchés.

Le terme réputation sera employé par la suite comme synonyme de signal de la qualité perçue par les agents d'un bien. Ceux-ci ne disposent pas ex ante d'une information parfaite

sur la qualité, et vont construire cette réputation selon un processus dynamique, dans lequel la qualité perçue aux périodes précédentes sert de signal de qualité pour les périodes suivantes.

Ce mécanisme permet à la fois d'expliquer comment des biens homogènes peuvent être vendus à des prix différents, mais également pourquoi des biens différents peuvent être vendus à des prix identiques.

Certains travaux montrent l'évolution de la réputation selon le degré d'information des individus et l'impact de cette évolution sur le phénomène d'échanges. Les transactions sont donc fonction des interactions des comportements des agents, de leurs contraintes de coûts, de leurs caractéristiques intrinsèques et de la nature du bien échangé.

Ces dernières années les travaux en microéconomie industrielle et du travail ont révélés d'énormes dispersions et volatilité des caractéristiques individuelles des travailleurs et des firmes. *The most important discovery was the evidence on the pervasiveness of heterogeneity and diversity in economic life.* (Heckman (2001)).

Heathcote (2005) montre que des changements de taxation qui seraient sans effet sur une population homogène d'agents, ont un effet important si la population est au contraire hétérogène.

Tout cela en vient à se poser la question du bien fondé de l'utilisation d'agents représentatifs pour étudier l'économie.

### **2.3.3 Effets de l'apprentissage et des interactions en situation de rationalité imparfaite**

Depuis une vingtaine d'années, on a pu assister à l'émergence d'approches dites évolutionnistes et auto-organisatrices. Celles-ci se focalisent non plus sur la recherche des équilibres des marchés, mais plutôt sur l'étude du processus menant (ou non) à ces équilibres.

*"Si la dynamique aléatoire du marché ne devait engendrer que des prix et qu'un tri entre les offres et les demandes, ses propriétés d'auto-organisation apparaîtraient singulièrement pauvres. Mais il n'en est pas ainsi. Au cours de son histoire et en fonction de celle-ci, un marché peut susciter la création d'intermédiaires, l'élaboration d'opinions et de théories, la constitution de syndicats, la concentration de l'appareil productif, la naissance de nouveaux produits, et la formation de travailleurs plus qualifiés, l'émergence de nouveaux marchés. En d'autres termes, l'interaction entre les agents dans le cadre du marché est susceptible d'engendrer de manière endogène toute une gamme d'institutions."* Lesourne (1991)

Dans ce type de modèle, les agents sont hétérogènes et possèdent des capacités ainsi qu'une rationalité limitée, en situation d'information imparfaite. De plus, ils peuvent traiter

une même information de manière différente, étant donné que chacun d'entre eux possède une "mémoire" différente et donc une représentation du monde différente. Kirman (1992) montre que dans ce genre de configuration le recours à un agent représentatif devient impossible.

Tous ces travaux proposent une formalisation explicite de la manière dont les agents interagissent sur le marché. Les interactions et procédures d'échanges de biens et d'informations sont définies formellement et leurs impacts sur la dynamique sont étudiés.

L'étude se focalise sur les dynamiques, l'évolution des structures (W. Brian Arthur (1987)) et la sélection des équilibres des marchés (Nelson R. (1982)).

Il existe différentes approches possibles pour traiter cette problématique

- les modèles stochastiques d'interaction ;<sup>1</sup>
- les modèles de jeux évolutionnistes ;
- les modèles dérivés de la méthodologie des "mondes artificiels".

### 2.3.4 Modèles stochastiques d'interaction

Ces modèles visent à prendre en compte l'impact des interactions individuelles dans l'émergence des dynamiques au niveau agrégé.

Les travaux ont donné naissance à des modèles où une grandeur agrégée émerge de multiples interactions entre des individus hétérogènes. Ils montrent ainsi comment la dynamique des interactions entre les individus conduit à une multiplicité d'équilibres finaux possibles, la sélection de l'un d'entre eux étant "*path dependent*", c'est-à-dire fonction des événements survenus lors de l'évolution du système.

La plupart des travaux développés par cette approche sont dérivés des modèles d'urnes de Polya, modèles qui étudient les propriétés d'un système dynamique où les probabilités de transition sont endogènes. Le processus de Polya revient à analyser l'évolution du nombre de boules présentes dans une urne de capacité infinie.

Le point principal de ces modèles réside donc dans l'existence de rétroactions positives provoquant des effets cumulatifs et fournissant une base théorique susceptible d'expliquer un grand nombre de phénomènes allant de la contagion des opinions sur les marchés financiers (Orlean (1990), Kirman (1993)) aux modèles de compétition technologique (W (1989)).

---

1. Un processus stochastique est un processus non déterministe. Il n'existe pas une façon unique pour un processus de se dérouler. Même si les conditions initiales sont connues, il existe différentes issues possibles, même si toutes ne sont pas équiprobables.

### 2.3.5 Les marchés artificiels

Les modèles de "marchés artificiels" s'inspirent de la méthodologie des "mondes artificiels", développés au confluent de la biologie évolutionniste et de l'intelligence artificielle. Ce sont des modèles de simulation dont l'un des buts est de rendre compte de la dynamique agrégée d'un phénomène à partir de l'interaction d'unités hétérogènes évolutionnistes et communicantes. Ils autorisent une modélisation des logiques cognitives individuelles.

Ceci fait l'objet de la prochaine section.

## 2.4 Modèles multi agents utilisés en économie

Nous avons vu précédemment que lorsque nous disposons d'agents hétérogènes aux capacités et à la rationalité limitées, en situation d'information imparfaite, traitant une même information de manière différente, car possédant une représentation du monde différente, le recours à un agent représentatif devient impossible.

L'approche retenue dans cette thèse afin pour palier à cette difficulté est l'approche multi-agents.

Les modèles multi-agents utilisés en économie computationnelle permettent l'étude d'économies modélisées comme des systèmes évolutifs d'agents autonomes interagissant entre eux.

Partant de conditions initiales spécifiées par le modalisateur, l'économie computationnelle évolue dans le temps au fur et à mesure que les agents se rencontrent de manière répétée et apprennent de ces interactions. Ces modèles reposent donc sur une approche "bottom-up", du bas vers le haut, pour l'étude des systèmes économiques. Nous partons des comportements individuels des agents afin de faire émerger la dynamique globale du marché au niveau agrégé, telle qu'observée de manière empirique.

Dans les modèles multi-agents, l'ordinateur aide à visualiser un monde dans lequel les agents sont hétérogènes. Cette hétérogénéité porte aussi bien sur les contraintes informationnelles et cognitives, que sur le degré d'aversion au risque.

Ces modèles de simulation considèrent les marchés comme des groupes d'agents rationnels, capables d'apprendre et interagissant entre eux. L'ordinateur peut être un outil pour comprendre la dynamique de ces marchés.

Les marchés décentralisés sont formés de grands nombres d'agents économiques soumis à des interactions locales. Ces dernières donnent ensuite naissance à des faits observables au niveau macroéconomique. (protocoles d'échange, adoption d'innovations technologiques,...)

Le résultat est un système dynamique complexe dû à l'interaction entre le comportement des agents, les réseaux, le résultat global du système qui va à son tour influencer les

comportements, etc.

Cette rétroaction bidirectionnelle entre la micro et la macro structure du système a été reconnue depuis longtemps, voir par exemple Olsen (1965) et Schelling (1978).

L'obstacle principal à l'étude de ces phénomènes a été, jusqu'à récemment, l'absence d'outils techniques capables de simuler ces comportements. Les modèles plus traditionnels en économie sont construits selon une approche "*top-down*" utilisant des agents représentatifs, des règles de décision fixées, des contraintes d'équilibre du marché... Dans ces modèles les interactions entre agents économiques ont généralement un rôle secondaire, voire inexistant.

L'émergence de l'outil informatique a fourni aux économistes un outil capital dans la modélisation des systèmes multi-agents. Par exemple les livres Epstein & Axtell (1996) et Young (1998) étudient la manière dont les structures sociales et les comportements de groupes émergent des interactions entre individus.

Une branche de l'économie née de ces travaux est connue sous le nom d'"*agent-based computational economics* (ACE)", elle étudie les économies modélisées comme des systèmes évolutifs d'agents autonomes interagissant entre eux.

Les deux principales motivations de ces recherches sont :

- L'explication de l'émergence d'un comportement global observé sur les marchés réels, alors que ceux-ci sont décentralisés, en l'absence de planification ou de contrôle "*top down*". Il convient de chercher si ces régularités globales naissent d'interactions locales répétées d'agents autonomes.
- L'étude des effets et implications d'un mécanisme économique particulier sur l'économie en général.

### 2.4.1 Apprentissage

Les chercheurs en sciences économiques et sociales utilisant l'outil informatique font appel à une grande variété de processus d'apprentissage que leurs agents peuvent adopter. Par exemple l'apprentissage par renforcement Bell (2001), les réseaux de neurones Luna (2002), les algorithmes génétiques Dawid (1999), la programmation génétique Chen (2001),...

L'étude sur l'apprentissage de (Rust J. & R. (1994)) a eu un impact important sur la recherche en ACE. Les auteurs y présentent une analyse comparative de trente algorithmes d'échange soumis au tournoi de 'double enchère' de l'institut de Sante Fe entre 1990 et 1991.

Ces algorithmes vont du plus simple au plus complexe. Le gagnant fût l'un des plus simples, et reposait une stratégie communément appelée "sniping". Celle-ci consiste à attendre que les offres soient très proches du prix demandé pour faire sa propre offre (qui donc sera acceptée, car prix demandé et prix offerts étaient auparavant presque identiques)

et gagner l'échange. Cette méthode est extrêmement populaire sur ebay où la durée des échanges est limitée. Force est de constater que de nombreux participants attendent le dernier moment pour faire leur offre afin que personne ne puisse surenchérir.

Une autre étude sur l'apprentissage a été fortement influente. A savoir celle de Gode & Sunder (1993a) portant sur des "double auction" permanentes. Ce type de vente est un système dans lequel les offres d'achat et de vente sont affichées pour tous et croisées de manière continue. C'est une manière de procéder courante sur beaucoup de marchés de biens et de marchés financiers (voir par exemple Klemperer (2000)).

Gode et Sunder montrent que l'efficacité de ce système de transaction dérive très largement de sa structure et ce indépendamment des mécanismes d'apprentissage que peuvent utiliser les utilisateurs. Les deux auteurs réussissent à démontrer que l'efficacité sur ce marché est proche de 100% et ce même pour des agents sans aucune intelligence. (C'est à dire qu'ils soumettent des offres ou des demandes à des prix totalement aléatoires, ceux-ci devant juste respecter des contraintes de budget).

Une étude se focalisant sur le niveau d'apprentissage des agents a été conduite par Vriend (2000). Dans cet article l'auteur utilise un jeu d'oligopole de Cournot, dans lequel les agents apprennent soit au niveau individuel soit au niveau de la population. Le résultat obtenu est que l'apprentissage au niveau social permet une production à un niveau satisfaisant alors que la production stagne à un niveau médiocre dans le cadre de l'apprentissage au niveau individuel.

Des sujets humains sont parfois utilisés dans des expériences afin de calibrer l'apprentissage des agents informatiques.

## 2.4.2 Modélisation bottom-up

La recherche portant sur les capacités d'auto-organisation de certains types de marchés est une branche des ACE florissante.

Un des pionniers dans ce domaine fut Robert Marks. Ses recherches mettent en lumière l'importance de l'histoire, des interactions et de l'apprentissage dans la détermination des résultats des marchés (Marks (1992)).

Celui-ci utilise un modèle de marché oligopolistique afin d'observer de quelle manière les vendeurs se concurrencent. Les firmes peuvent soit imiter leurs concurrents (si leurs stratégies sont meilleures), soit innover.

Marks observe l'émergence d'une maximisation globalement optimale des prix sans collusion explicite, et observe qu'une stratégie ayant été efficace confrontée à un ensemble de stratégies, peut connaître un succès bien moindre face à un autre ensemble de stratégies.

Les marchés financiers forment un des sujets de recherche les plus actifs pour les ACE. En effet, les modèles conventionnels existants sont basés sur des individus purement rationnels et des marchés efficaces se sont montrés incapables d'expliquer les faits empiriques de premier plan des marchés financiers réels (fat-tail dans la distribution des retours des actifs, volumes échangés importants, corrélation croisée entre volume échangé et volatilité,...).

Les modèles multi-agents ont permis de fournir des explications cohérentes pour grand nombre de ces faits observés. (voir par exemple Lux & Marchesi (2000))

Un des premiers travaux influents fût celui de Arthur & Tayler (1997), sur le marché boursier artificiel de Sante Fe.

LeBaron cherche à obtenir un modèle reproduisant aussi fidèlement que possible les régularités observées.

Dans son modèle (LeBaron (2001)) les investisseurs utilisent leurs performances passées pour évaluer la pertinence de leurs stratégies. Cependant les investisseurs se distinguent par leur durée de mémoire, plus ou moins longue. Un algorithme génétique est utilisé afin de faire évoluer conjointement ces ensembles de stratégies. LeBaron calibre son modèle en utilisant des données américaines, et il obtient un système générant des retours, volumes, volatilité, etc. très proches de celles observées dans les données réelles.

### 2.4.3 Réseaux

Les chercheurs en ACE qui s'intéressent aux réseaux d'interactions se focalisent généralement sur des marchés où la concurrence n'est pas parfaite, ce qui induit des choix stratégiques d'interactions entre des petits nombres d'acheteurs et de vendeurs. Dans un tel système, le choix d'un partenaire et le développement de relations de confiance peuvent grandement influencer les interactions entre agents.

Ces chercheurs s'intéressent plus particulièrement à des questions de dynamique. (Évolution des réseaux dans le temps, implications de ces réseaux,...)

Dans Wilhite (2001) un modèle ACE étudie les conséquences d'une restriction des échanges à un réseau petit monde.

Il compare les effets si les échanges se font suivant un réseau complet, un réseau déconnecté localement, un connecté localement, et un réseau petit monde. Le résultat de cette étude est que le réseau petit monde est presque aussi efficace qu'un réseau complet et nécessite sensiblement moins de liens (et donc, permet une économie de coûts de transaction).

La suite logique de ce genre de travaux est de comprendre la création et l'évolution de ces réseaux. Les premières recherches sur ce sujet comprennent par exemple Kirman (1997), Albin & Foley (1992), Weisbuch & Herreiner (1995), Vriend (1995), Tesfatsion (1997)... L'idée principale de ces travaux est l'étude de l'émergence de réseaux d'échanges entre acheteurs et vendeurs qui choisissent leurs partenaires en fonction des expériences passées.

Les travaux plus récents sur ces sujets se concentrent majoritairement sur des formes de marchés spécifiques (marché du travail, marché aux poissons...). (Nous reparlerons du cas spécifique du marché aux poissons dans le chapitre dédié à l'étude des réseaux sociaux du marché de Boulogne sur mer.)

Kirman et Vriend construisent un modèle ACE du marché aux poissons de Marseille qui cherche à capturer ses aspects structurels (dispersion des prix, fidélité entre acheteur et vendeur...).

Dans le modèle, les acheteurs et les vendeurs doivent chaque jour décider des quantités, prix et partenaires pour leurs échanges. Ceux-ci peuvent de plus proposer de meilleurs marchés à leurs meilleurs partenaires. Les résultats observés sont que la dispersion des prix et la fidélité émergent en tant que résultat des interactions acheteur-vendeur.

#### **2.4.4 Expérimentations avec des agents réels et des agents informatiques**

L'expérimentation sur des sujets humains est bien sûr un outil économique primordial. Cependant, la compréhension du choix décisionnel des agents est et reste une problématique sans réponse. En effet, les préférences, les croyances et les comportements des individus influencent les raisons qu'ils expriment pour leurs actions. De nombreuses recherches en imagerie cérébrale cherchent à résoudre ce problème en observant directement l'activité du cerveau lors de la prise de décision, afin de pouvoir déterminer plus précisément la cause des décisions, et ce, même lorsque le sujet n'en a pas conscience.

Du côté des ACE, les conditions initiales sont fixées par l'expérimentateur puis les agents évoluent et interagissent. Le modélisateur essaye de comprendre les causes de l'évolution.

Néanmoins un modèle réaliste est souvent compliqué à concevoir. L'idée est donc d'utiliser les sujets humains afin de choisir les spécifications du modèle, puis d'utiliser le modèle pour tenter d'expliquer le comportement des humains.

Les premières utilisations de cette méthode remontent aux années 1990. Nous pouvons citer Andreoni & Miller (1995) qui utilise un modèle de ce type afin d'étudier le comportement des agents sur un marché d'enchères, ou Arifovic (1994) dans lequel des entreprises en compétition prennent leurs décisions en fonction d'algorithmes génétiques. Dans Chan & Poggio (1999), les auteurs construisent un marché d'enchères artificiel visant à imiter ceux utilisés en économie expérimentale, et comparent les similarités et différences entre agents informatiques et humains.

## 2.5 Conclusion

Cette littérature s'est focalisée sur les avantages et inconvénients des enchères et des marchés négociés. Elle a identifié les conditions sous lesquelles telle ou telle structure fait preuve de plus ou moins d'efficacité. Les circonstances sous lesquelles un mécanisme de vente est choisi par des acteurs non contraints étant probablement celles où ce mécanisme dispose d'avantages importants, cela nous permet d'avoir une première idée des conditions sous lesquelles le marché d'enchère sera préféré au marché négocié. De plus, nous avons vu que les modèles multi-agents étaient une alternative crédible pour l'étude de marchés présentant de l'hétérogénéité.



# 3 Etude statistique

## 3.1 Introduction

La problématique principale que nous allons aborder ici est celle du mécanisme de prise de décision des agents. L'objectif est de déterminer les raisons qui incitent un agent à commercer sur un sous-marché plutôt que sur l'autre, et à expliquer pourquoi cette diversité de comportements individuels instables permet de donner naissance à un comportement stable au niveau agrégé.

Nous partons du principe que l'agent économique est un individu disposant de connaissances limitées, se comportant suivant des processus d'essais et erreurs, s'adaptant au monde qui l'entoure, y compris aux comportements des autres agents du système. Il est important de noter que le comportement collectif peut être optimal même si les comportements individuels des agents ne semblent pas être rationnels. Ce système peut aboutir à une certaine cohérence, mais non dû à une rationalité de chaque agent.

L'exemple le plus connu de ce type de problème a été mis au point dans Arthur (1994), et est connu sous le nom de problème du "Bar d'El Farol". Dans celui-ci, 100 individus doivent décider chaque semaine si oui ou non elles se rendront le jeudi suivant dans un bar. Le lieu étant trop petit pour que tous les agents puissent y être à l'aise, les agents veulent y aller uniquement s'il y a moins de 60 autres personnes dans le bar. Tous préfèrent rester chez eux si ce nombre est dépassé. C'est un simple jeu de prévision où l'équilibre est trivial. Il est atteint lorsque 60 agents sont présents au bar. Le problème qu'il se pose est de comprendre comment les agents vont atteindre ce but. Comme l'explique Arthur, si nous supposons que la population est homogène, raisonnant de la manière identique, la question ne peut être résolue. Si tous prévoient que le bar sera vide, tous décideront d'y aller ; le bar sera bondé, et personne ne sera satisfait. Pour contrer cette difficulté, les agents modélisés par Arthur utilisent des règles d'inférence simples qui leur sont assignées au hasard à partir d'un large stock. Elles sont du type "la fréquentation sera égale à la moyenne de la fréquentation sur les quatre dernières périodes", ou "la fréquentation sera la même qu'à la période précédente". Elles se basent toutes sur l'historique de la fréquentation, et aucune n'est aléatoire. Les individus observent les résultats de leurs actions et se servent de cette information pour déterminer quelle règle d'inférence ils utiliseront la fois suivante. Il est assez remarquable de constater que le système converge rapidement vers la solution optimale (60 personnes). Ce qui d'un point de vue agrégé est une solution qui semble satisfaisante. Cependant d'un point de vue individuel, il n'existe aucune raison de penser que tous les individus aient appris à prévoir correctement la fréquentation. On peut par exemple imaginer que 60 personnes prévoient qu'une seule personne sera présente, et donc vont au bar, alors que 40 autres prévoient que 100 agents viendront, et préfèrent donc rester chez eux. Bien que les prévisions de tous les acteurs soient fausses, le système sera malgré tout à l'équilibre. Cela illustre bien qu'une situation optimale au niveau agrégé n'est pas forcément générée par une rationalité individuelle.

Nous examinons dans ce chapitre la manière dont les agents se comportent lorsqu'ils

ont le choix entre deux différents mécanismes de vente (enchères et négocié). Pour ce faire nous commençons par étudier le marché au niveau agrégé. Le but étant de définir les principales différences inhérentes à chacun des deux mécanismes de vente disponibles, et donc la manière dont la structure du marché peut influencer la prise de décision individuelle. De nombreux faits stylisés agrégés émergent de notre analyse. Entre autres, les données empiriques montrent qu'un peu plus de la moitié de la quantité globale est vendue sur le marché négocié, et le restant sur le marché d'enchères. Il n'y a pas convergence vers l'un ou l'autre des sous-marchés, la coexistence de ceux-ci est donc stable dans le temps. Un autre point important est qu'un même bien peu être vendu à des prix différents suivant le mécanisme de vente utilisé. De plus certains types de biens semblent être vendus de manière préférentielle sur l'un (ou l'autre) des sous-marchés.

Lorsque nous nous intéressons au niveau individuel, la relative stabilité observée au niveau agrégé ne se retrouve pas. Les agents ne se focalisent pas sur un seul des deux sous-marchés, et passent régulièrement de l'un à l'autre. Nous mettrons ici en lumière les différentes variables explicatives de la prise de décision individuelle.

Nous nous intéressons dans cette thèse principalement aux données portant sur la pêche artisanale. En effet, comme indiqué dans la partie 1.4.2.4, les poissons pêchés par les chalutiers industriels sont quasiment tous vendus au gré à gré, et ce, avant même leur arrivée au port. De plus rien n'assure que le poisson ainsi pêché sera bien déchargé au port de Boulogne-sur-Mer, les ports anglais et écossais plus près de leurs lieux de pêche ayant souvent leurs faveurs.

Les cargaisons des ces chalutiers ont donc été retirées de nos données afin de n'observer que les échanges ayant effectivement physiquement lieu au marché de Boulogne-sur-Mer.

Ce chapitre reprend certains résultats présentés dans Tedeschi et al. (2012) et Mignot et al. (2012). Nous décomposons notre analyse en trois parties. L'introduction du marché négocié ayant eu lieu dans le courant de la période sur laquelle portent les enregistrements dont nous disposons, nous étudions donc de manière distincte la période où le seul mécanisme de vente disponible était le mécanisme d'enchères, celle de l'introduction du marché de gré à gré, et enfin celle de la cohabitation des deux sous-marchés. L'étude de cette dernière période est subdivisée en deux parties. La première est consacrée à l'analyse du marché au niveau agrégé, et la seconde à celle des agents au niveau individuel.

## 3.2 Littérature

Nous allons nous intéresser ici aux travaux portant directement sur la comparaisons entre marché d'enchères et marché négocié. Force est de constater que la comparaison entre ces deux types de marchés à été très peu étudiée par la littérature, mais que, de surcroît, les résultats obtenus par ces études apparaissent souvent comme contradictoires.

Milgrom (1986*a*) montre que les enchères sont plus intéressantes pour les vendeurs que pour les acheteurs. En effet les enchères absorbent tout le surplus des acheteurs. L'étude Bulow & Klemperer (1996*a*) semble aller dans le même sens. Elle démontre que les enchères sont toujours préférables lorsque les acteurs sont indépendants. Une simple enchère mettant en jeu  $N + 1$  enchérisseurs permet au vendeur d'obtenir de meilleurs revenus qu'en exploitant sa situation de monopole contre  $N$  enchérisseurs.

Cependant dans une littérature plus récente, cette préséance des enchères est remise en cause. Progrebna (2006) utilise les données empiriques obtenues lors d'une émission de télévision britannique (*bargain hunt*) permettant de comparer enchères et négociations bilatérales. Il a été observé que les prix sur les enchères sont plus bas que les prix négociés.

D'autres études semblent montrer que la préférence pour l'un ou l'autre système de vente va dépendre des caractéristiques intrinsèques des vendeurs et des acheteurs. Un marché qui sera bon pour une sorte d'acheteur ne le sera pas forcément pour une autre.

Dans Mayer (1995) l'auteur compare les effets de la structure de vente utilisée pour vendre des biens immobiliers. Il constate que la principale différence entre le marché d'enchère et le marché de gré à gré étudié réside dans la nature et le nombre des acheteurs. En effet, l'enchère a lieu à un instant  $T$  sur une très courte durée, alors qu'une vente négociée n'a pas d'autre limite de temps que celle qu'est prête à attendre le vendeur. Ce résultat, bien qu'intéressant, n'est pas aisément transposable au marché aux poissons, où vente aux enchères et marché de gré à gré ont lieu en même temps sur une durée comparable avec un nombre d'acheteurs fixe.

Kirman & Moulet (2009) comparent les enchères descendantes avec les négociations de gré à gré. Ils montrent grâce à des simulations informatiques que si les enchères sont plus intéressantes pour les acheteurs ayant les prix de réserve les plus hauts, le marché négocié permet aux "pauvres" d'acheter.

Ce résultat serait en conformité avec la littérature des marchés financiers. En effet, dans celle-ci (Pagano et Roell (1996)), il est montré que les acheteurs qui disposent de peu d'information ont des coûts de transaction en moyenne plus bas sur un marché d'enchères que sur un marché négocié.

Ce résultat est conforté par Viswanathan & Wang (2002*a*) qui observe que sur les marchés boursiers les transactions de petits volumes se font via un mécanisme d'enchères et les plus importantes sur un marché négocié.

La question de savoir comment les agents agissent pour se coordonner afin de connaître quel marché est le meilleur pour eux demeure sans réponse. Pour cela ils doivent prendre en compte à la fois leurs propres caractéristiques, celles des autres acteurs du marché ainsi que leurs stratégies.

Une explication possible serait que les agents s'imitent, créant des comportements collectifs Banerjee (1992), Orlean (1995), Iori (2002), LeBaron & Yamamoto (2009).

L'article Bajari et al. (2009) montre que les enchères ont tendance à être utilisées lorsque le nombre d'enchérisseurs potentiels est suffisamment important. Alors que les acheteurs préfèrent avoir recours aux négociations lorsque les projets sont complexes, et quand ils font face à des vendeurs expérimentés et réputés.

La relative pauvreté de cette littérature illustre bien la difficulté de comparer ces deux systèmes du fait du manque de données empiriques et de la complexité de la tâche.

### 3.3 Système de vente unique : les enchères

Avant avril 2006 seul le mécanisme de vente aux enchères était présent. Nous commençons par mettre en évidence certaines caractéristiques du marché avant l'introduction du marché de gré à gré. C'est une période représentant 390 jours ouvrés dans notre base de données.

Bien que cette période ne soit pas au coeur de notre étude, il est intéressant d'observer certains changements ayant eu lieu au niveau des prix, ainsi que le comportement des agents pendant la période de transition.

#### 3.3.1 Caractéristiques des prix sur cette période

Nous présentons ici par quelques statistiques descriptives des prix observés sur ce marché.

L'indice de prix utilisé par la suite correspond à l'indice classique de Paasch. Pour chaque jour  $t$ , l'indice est défini par :

$$\hat{P}_t = \sum_{i=1}^{i=N} \left( p_i \left( \frac{q_i}{\sum_{i=1}^{i=N} (q_i)} \right) \right) \quad (3.1)$$

$p_i$  étant le prix au kilo (en €) d'une transaction,  $q_i$  la quantité (en Kg) échangée dans cette transaction, et  $N$  le nombre de transactions qui ont été faites au jour  $t$ . Seuls sont pris en compte les jours ouvrés.

Nous pouvons constater sur la figure 3.1 que le prix du marché fluctue au cours du temps. En effet, à la fois la quantité (Fig. 3.2)<sup>1</sup>, et les espèces de poissons pêchés dépendent fortement de la saison ou de la météo.

La distribution des prix (Fig.3.3), n'est pas normale (au sens statistique du terme). Cette hypothèse de normalité est rejetée par les tests suivants (Tab.3.1).

---

1. L'unité de volume/quantité utilisée tout au long de cette thèse est le kilo

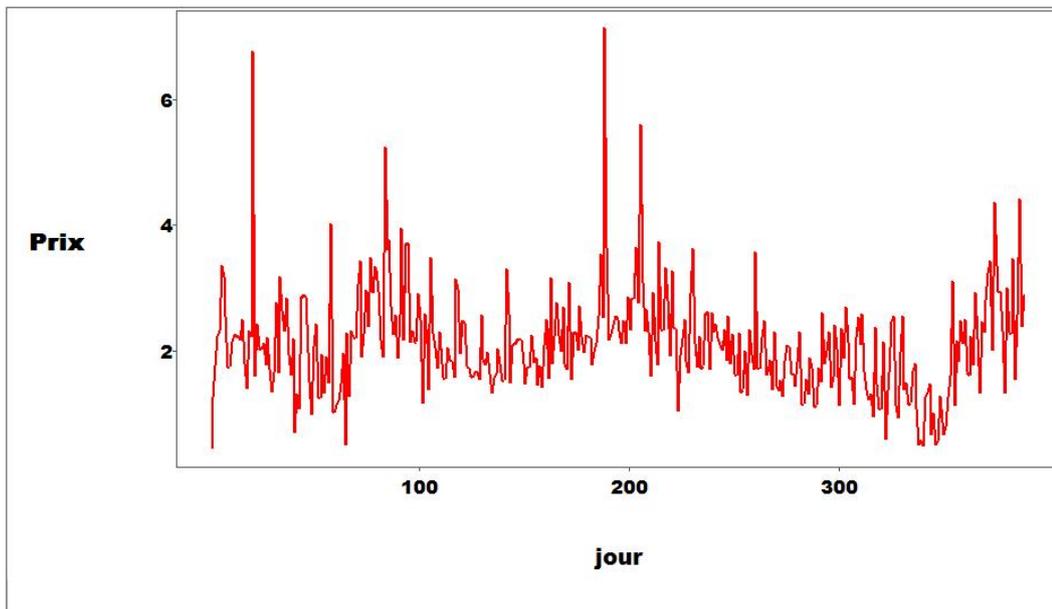


FIGURE 3.1 – Evolution des prix quotidiens moyens par jour ouvré sur la période où seul le marché d’enchère existe.

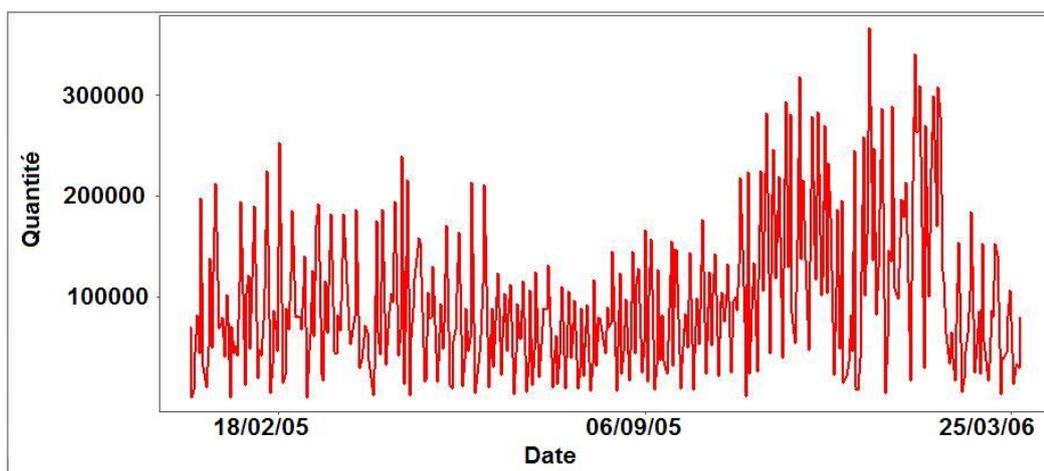


FIGURE 3.2 – Evolution des quantités quotidiennes (par jour ouvré) sur la période considérée.

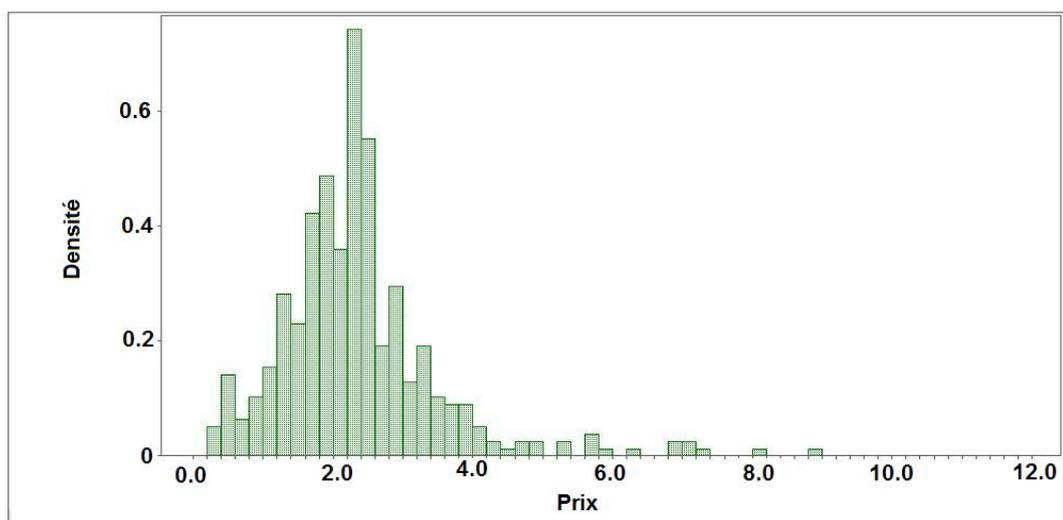


FIGURE 3.3 – Distribution des prix quotidiens sur le marché.

Test	Statistique	P value
Saphiro-Wilk	0.91	<0.001
Kolmogorov-Smirnov	0.09	<0.01
Cramer-von Mises	0.74	<0.005
Anderson-Darling	4.55	<0.005

TABLE 3.1 – Tests de normalité.

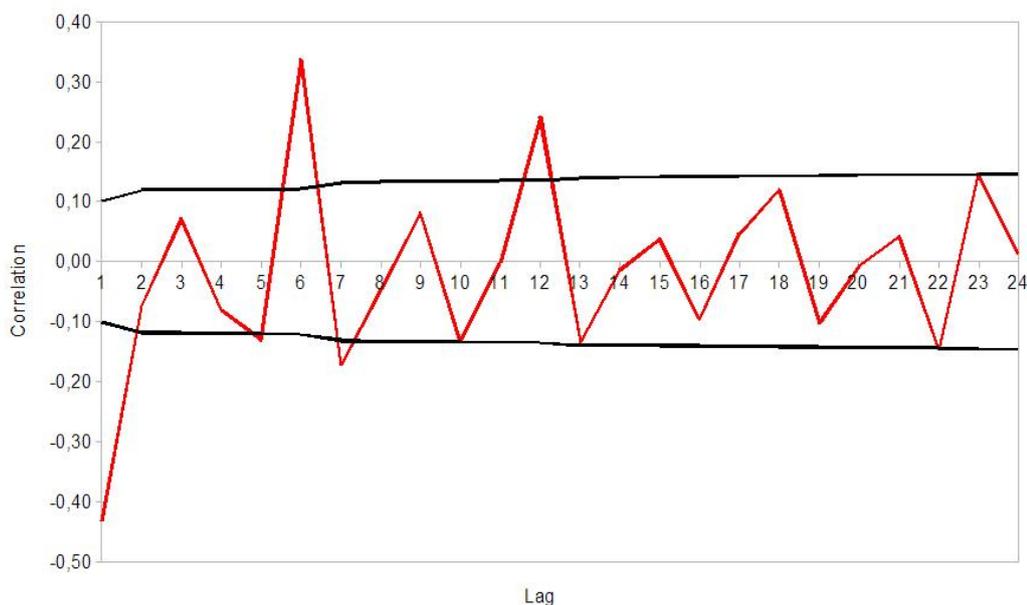


FIGURE 3.4 – Autocorrélation des prix. (En rouge le coefficient d'autocorrélation, en noir l'intervalle de confiance).

Un fait remarquable est que les prix du marché dépendent du jour de la semaine : il existe une forte autocorrélation entre le prix du marché à la période  $T$  et celui à la période  $T + 6$ . Si l'on tient compte du fait qu'il existe une période de six jours dans la suite des valeurs d'autocorrélations avec le fait que le marché est ouvert 6 jours par semaine, nous pouvons en conclure que nous sommes confrontés à une dérive hebdomadaire des prix. Il existe une forte corrélation entre le niveau de prix et le jour de la semaine.

A titre d'exemple, nous pouvons affirmer par exemple que le prix du marché d'un mardi quelconque sera plus proche de celui du mardi suivant ( $T+6$ ) que du jeudi ( $T+2$ ) qui le suit.

Il existe également une faible (non significative) corrélation entre les périodes  $T$  et  $T+3$ .

D'autre part, nous pouvons observer une autocorrélation négative entre  $T$  et  $T+1$ , signifiant que lorsque le prix du marché est élevé (respectivement bas), il est probable que le jour suivant, le prix moyen sera bas (respectivement élevé).

### 3.3.2 Relation entre le prix et la quantité

On observe (Fig.3.5), sans surprise, une corrélation négative entre le prix du marché et la quantité mise en vente. Le coefficient de corrélation entre ces deux valeurs est de  $-0,43$ .

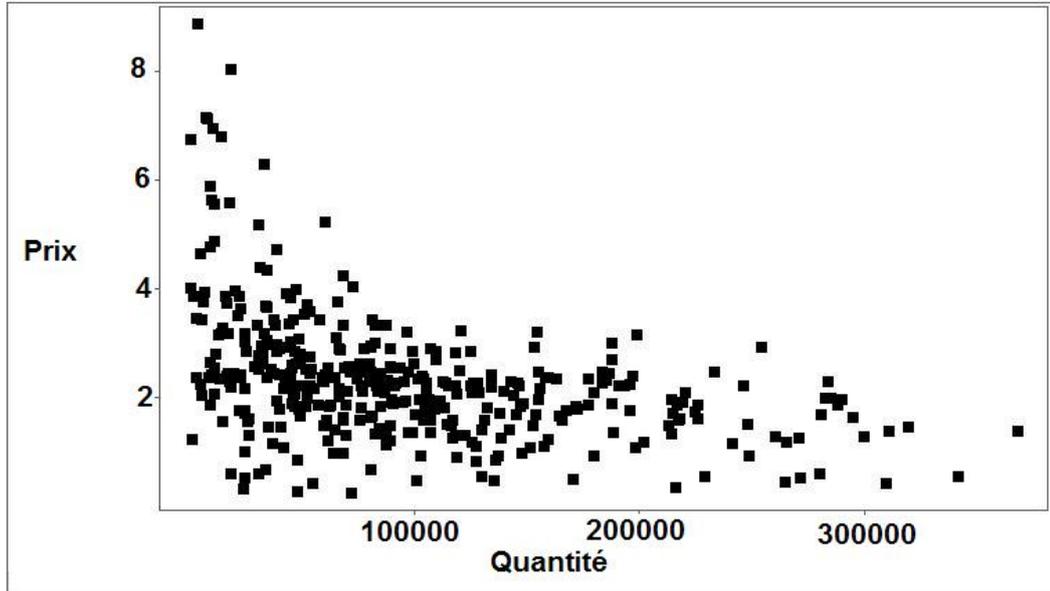


FIGURE 3.5 – rapport entre le prix quotidien moyen observé et la quantité quotidienne mise en vente.

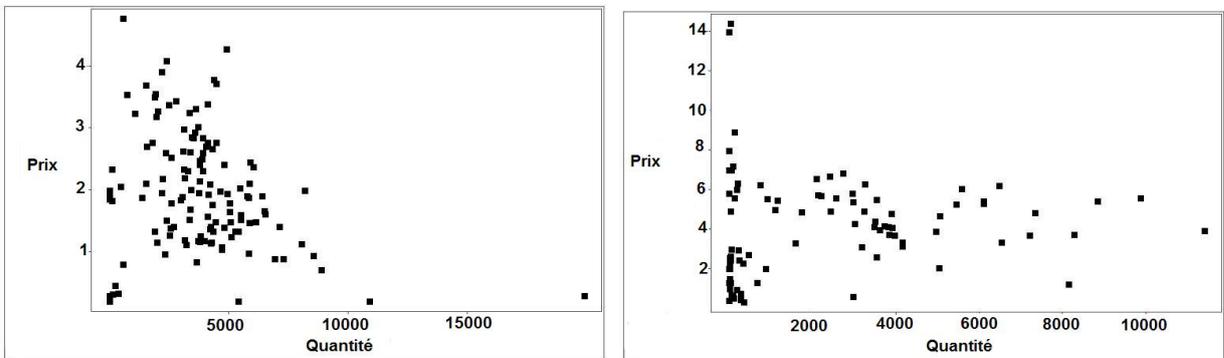


FIGURE 3.6 – Relation prix quantité pour deux vendeurs pris au hasard

Il est important de constater (Fig : 3.6) que cette relation est peu visible au niveau individuel. Nous n'avons pas de relation prix quantité négative claire (le coefficient de corrélation moyen est de  $-0.19$ , et les coefficients sont significatifs pour 87 vendeurs sur 200 seulement) si nous faisons une observation individu par individu (Fig.3.7). Cette observation reste valable même si nous ne prenons en compte qu'une seule espèce de poisson. Nous avons une claire relation prix quantité négative au niveau du marché (Fig.3.8), qui ne se retrouve pas au niveau individuel (Fig.3.9).

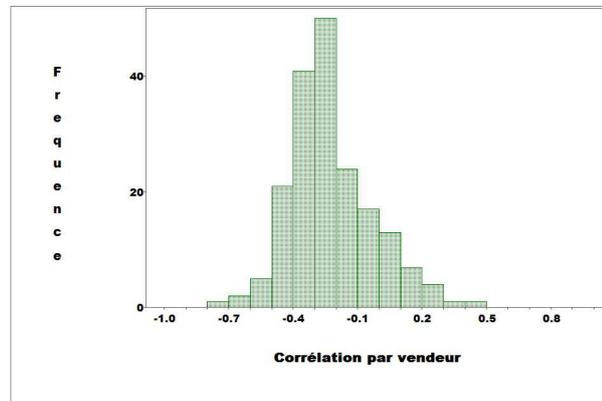


FIGURE 3.7 – Distribution des coefficients de corrélation entre le prix et la quantité par vendeur.

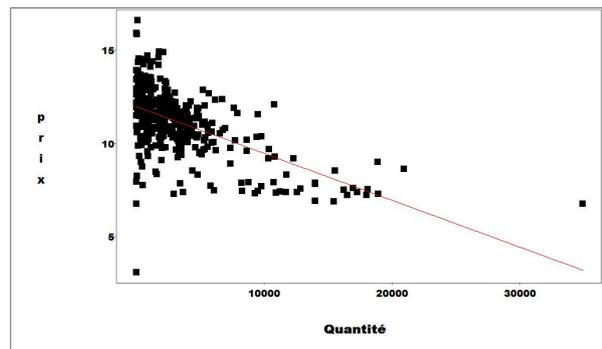


FIGURE 3.8 – Relation prix-quantité pour une seule espèce prise au hasard (Sole)

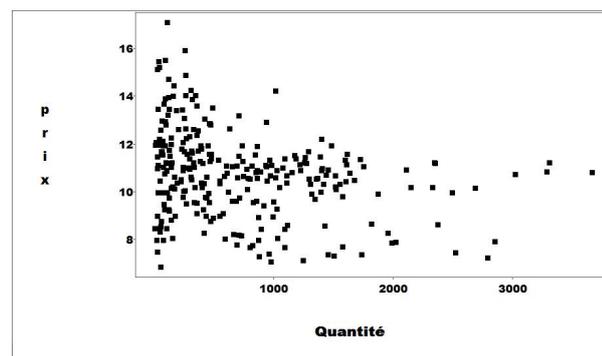


FIGURE 3.9 – Relation prix quantité pour une seule espèce (Sole), et un seul vendeur (No 87)

### 3.3.3 Comportement des acteurs du marché

On observe le comportement des agents sur ce marché sur la période où seules les enchères existent. Nous commençons par analyser le nombre de vendeurs avec lequel un

acheteur commerce chaque jour.

On constate que si la majorité des acheteurs "rencontre" peu de vendeurs chaque jour (la valeur médiane est égale à quatre), la distribution est étalée, et il arrive parfois que le nombre de partenaires commerciaux quotidiens prenne une valeur très importante.

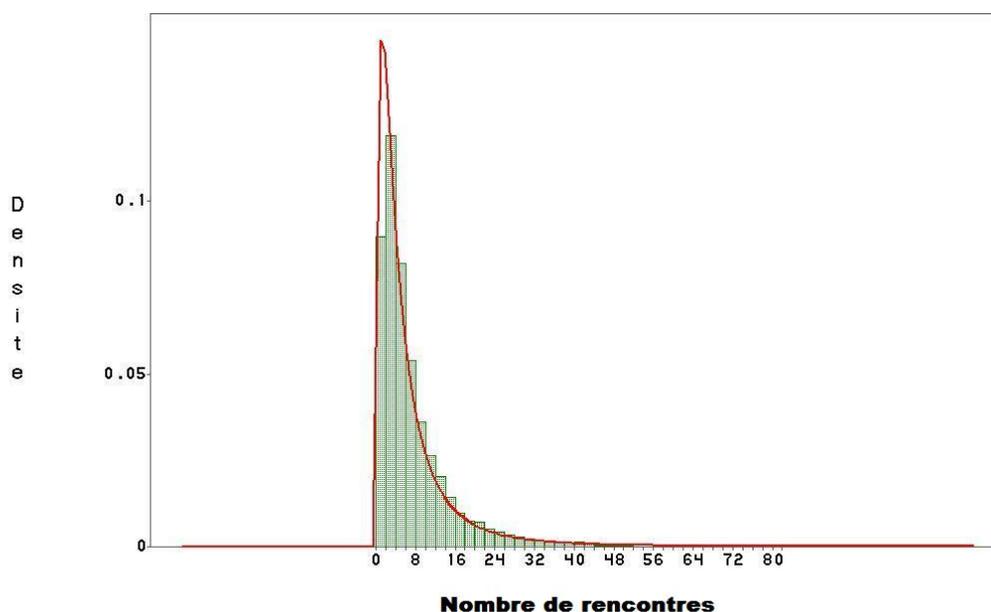


FIGURE 3.10 – Nombre de vendeurs différents par acheteur et par jour comparé avec un distribution lognormale

La loi la plus proche de cette forme de distribution est la loi lognormale (Fig.3.10). Cela pourrait nous pousser à penser que le nombre de vendeur que chaque acheteur rencontre chaque jour n'est pas fortement stratégique.

Nous cherchons à mettre en lumière les différentes variables influençant le nombre de vendeur que chaque acheteur rencontre chaque jour (Tab.3.2) . Nous commençons par prendre en compte dans le modèle 1 les variables les plus évidentes : la quantité et le nombre d'espèce achetées par acheteur. Celles-ci sont hautement significatives. Le nombre de vendeurs avec lequel un acheteur va commercer est plus important lorsque son panier de bien recherché est plus diversifié, et lorsque les quantités recherchées sont plus importantes. Ensuite nous prenons en compte dans le modèle 2 l'environnement dans lequel il se place ; la quantité totale mise en vente, le nombre d'acheteurs et le nombre de vendeurs présents. Nous pouvons constater que les jours où les quantités sont importantes et où un grand nombre de vendeurs sont présents, les acheteurs ont tendance à recourir à un plus grand nombre de vendeurs. Le nombre d'acheteur n'a lui pas d'impact significatif. Tous ces paramètres sont pris en compte dans le modèle 3, et des changements importants sont constatés. La quantité totale a à présent un impact négatif, signifiant que pour un

TABLE 3.2 – Variable expliquée : nombre de vendeurs rencontré par acheteur et par jour

Variable	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Nb espèces	0.69(0.01)***	.	0.66(0.01)***	0.67(0.01)***	0.56(0.01)***
Log qte	2.27(0.03)***	.	2.28(0.03)***	2.28(0.03)***	1.34(0.04)***
Log qte tot	.	1.17(0.11)***	-0.39(0.08)***	-0.59(0.09)***	0.14(0.07)
Nb vendeurs	.	0.08(0.003)***	0.07(0.002)***	0.06(0.003)***	0.07(0.002)***
Nb acheteurs	.	-0.01(0.01)	0.06(0.006)***	-0.028(0.01)*	-0.01(0.005)

p<0.0001 : \*\*\* ; p<0.001 : \*\* ; p<0.01 : \*

nombre d'espèce et une quantité recherchée donné, une grande quantité disponible sur le marché permet de commercer avec moins de vendeurs. De même le nombre d'acheteur devient significatif et positif, signe d'une concurrence entre acheteurs obligeant à diversifier les sources d'approvisionnement.

Dans le modèle 4 nous ajoutons le jour de la semaine (lundi,mardi, etc.) ainsi que le mois comme variables muettes afin d'ôter les effets saisonniers et hebdomadaires. Nous ne constatons pas de modifications majeures, si ce n'est une perte de la significativité du nombre d'acheteurs, laissant penser que la concurrence est plus forte sur certaines périodes de l'année.

Enfin dans le 5ème modèle nous ajoutons l'identité des acheteurs comme variable muette. Nous constatons que la quantité globale n'est plus significative, montrant que la population d'acheteurs est hétérogène, chacun ayant une demande particulière. Si la quantité globale à une importance au niveau du marché, ce n'est plus le cas au niveau individuel. Nous pouvons d'ailleurs constater sur la figure 3.11 que la distribution au niveau individuel n'a rien à voir avec celle au niveau agrégé.

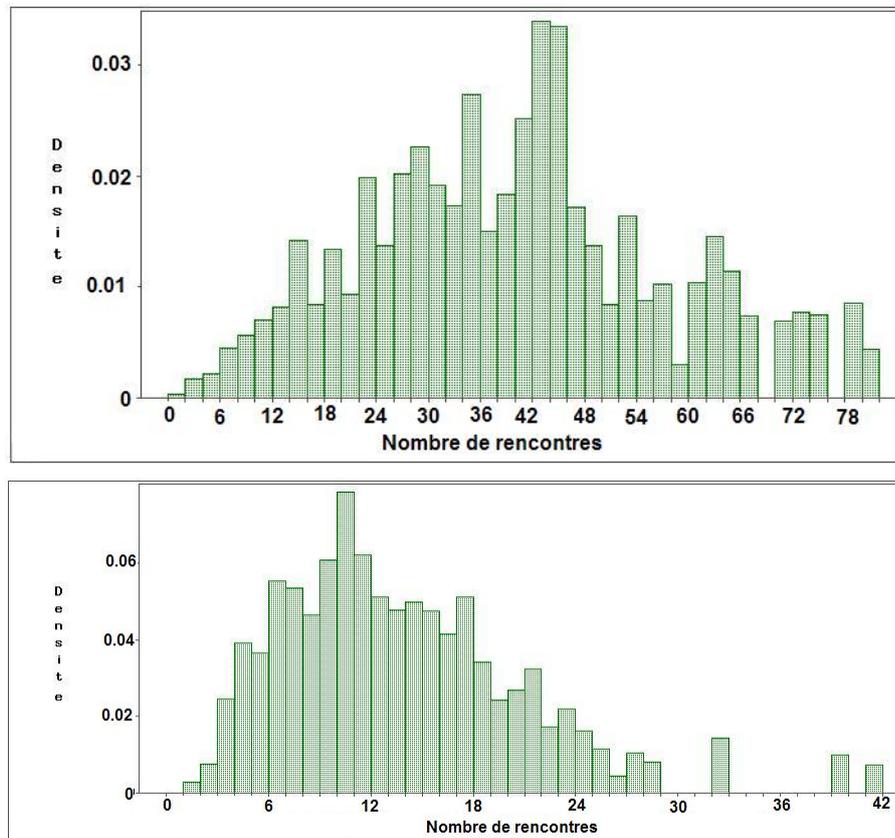


FIGURE 3.11 – Nombre de vendeurs rencontrés par jour pour deux acheteurs pris au hasard

### 3.4 La transition : d'un système de vente unique à la cohabitation

Dans cette section nous nous intéressons à une période très particulière de notre base de données, à savoir celle correspondant à l'introduction du marché de gré à gré (1 avril 2006) ainsi qu'aux jours suivants immédiatement cette transition.

La figure 3.12 reproduit l'évolution des quantités sur la période globale, et la figure 3.13 représente la phase de transition (5 jours avant et 20 jours après l'introduction du second mécanisme.).

La vitesse de stabilisation du système est impressionnante. En moins d'une semaine, la situation se fige et ne changera plus pendant tout le reste de la période étudiée. Cela montre une adaptation extrêmement rapide et efficace de la part des agents présents sur ce marché.

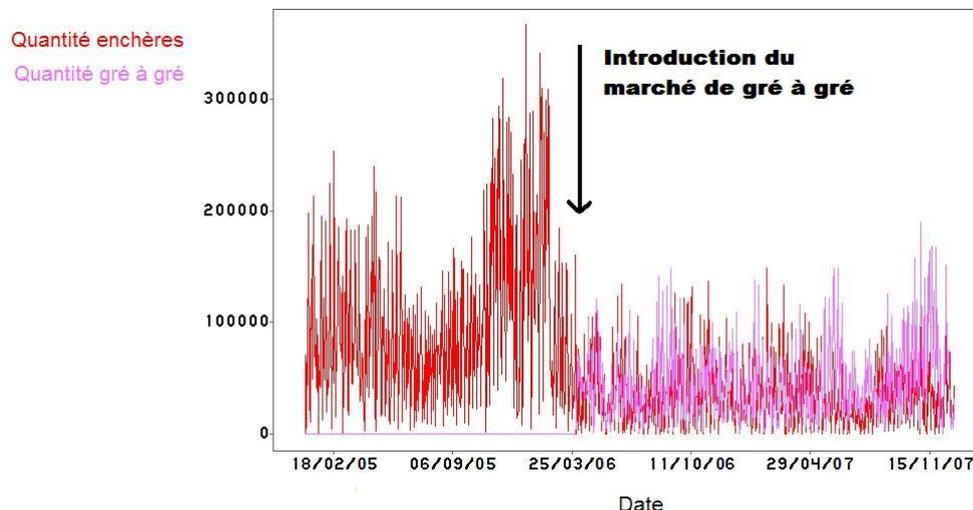


FIGURE 3.12 – Evolution des quantités quotidiennes sur les deux sous marchés.

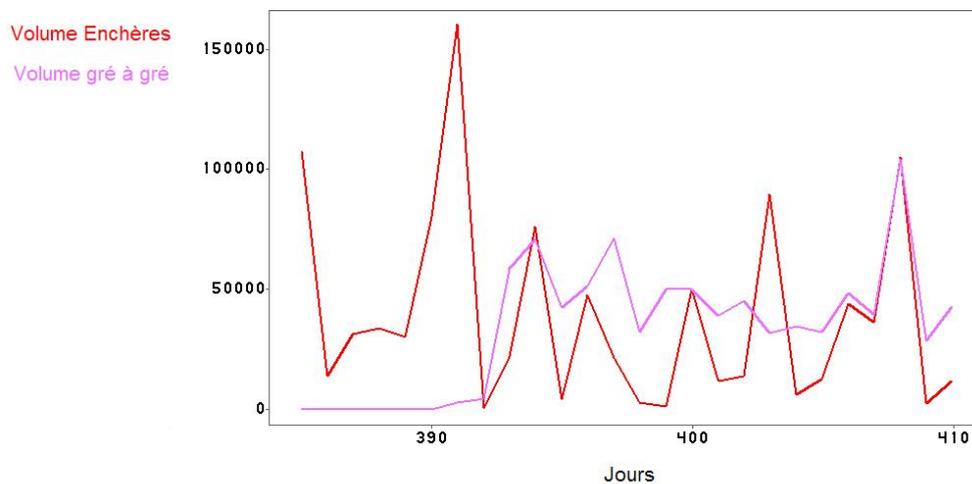


FIGURE 3.13 – Evolution des quantités quotidiennes (jours ouvrables) sur les deux sous marché à l'introduction du marché de gré à gré

Nous pouvons supposer que les différents acteurs du marché, ayant été prévenus du changement à venir, aient anticipé les modifications à apporter à leurs stratégies, et qu'une importante communication entre eux (ce sont tous des professionnels se connaissant) ait fait le reste. Cela n'est néanmoins qu'une supposition.

Paradoxalement cet intéressant résultat complexifie une étude approfondie de cette période. Du fait de la brièveté de la période, la quantité de données exploitable est minime.

Nous préférons donc nous concentrer sur la période de coexistence des deux sous

marchés, plus riche en enseignements.

### **3.4.1 Effets de l'ajout du marché négocié**

Dans cette sous-partie nous allons nous intéresser à certains effets observables statistiquement, occasionnés par l'introduction du marché de gré à gré, en sus du marché aux enchères préexistant.

#### **3.4.1.1 Au niveau de la pêche elle-même**

Il convient d'étudier en premier lieu les conséquences de l'apparition de ce mécanisme, au niveau de la pêche elle-même.

C'est à dire, voir si les pêcheurs eux-mêmes ont eu la possibilité ou le désir d'influer sur les espèces de poissons qu'ils pêchent afin de tirer au mieux profit de la coexistence des deux systèmes de vente. En effet, nous avons vu dans la partie 5.11 que modifier son équipement permet d'influer directement sur la nature des espèces pêchées.

Or, il existe certaines espèces de poissons vendues plus cher sur l'un ou l'autre des sous-marchés (voir : 3.5.1.3). Nous étudions donc si les vendeurs modifient les espèces de poissons qu'ils pêchent, ou si, au contraire (si une telle modification est trop chère ou trop complexe), les proportions restent identiques.

Nous pourrions supposer que les pêcheurs, afin de bénéficier au mieux de la nouvelle donne, essayent de pêcher uniquement les poissons les plus prisés sur l'un ou l'autre des mécanismes de vente afin de se spécialiser pour maximiser leurs bénéfices.

Pour vérifier ce point nous observons, Fig.3.14 et Fig.3.15, les quantités de poissons tirant le plus profit du mécanisme de gré à gré pêchées en 2005 (année où seul le mécanisme d'enchère est disponible aux acteurs économiques) et en 2007 (année où les deux mécanismes cohabitent). Aucune variation importante en terme de quantité entre ces deux années n'est observée.

Ainsi la pêche apparaît comme une activité de cueillette, pour laquelle les pêcheurs n'exercent pas d'influence sur la nature des poissons pêchés de par leur comportement. Ceux-ci n'ont pas effectué de changement dans leur matériel de pêche, ou tout du moins pas de changement ayant eut une influence sur la nature des poissons pêchés.

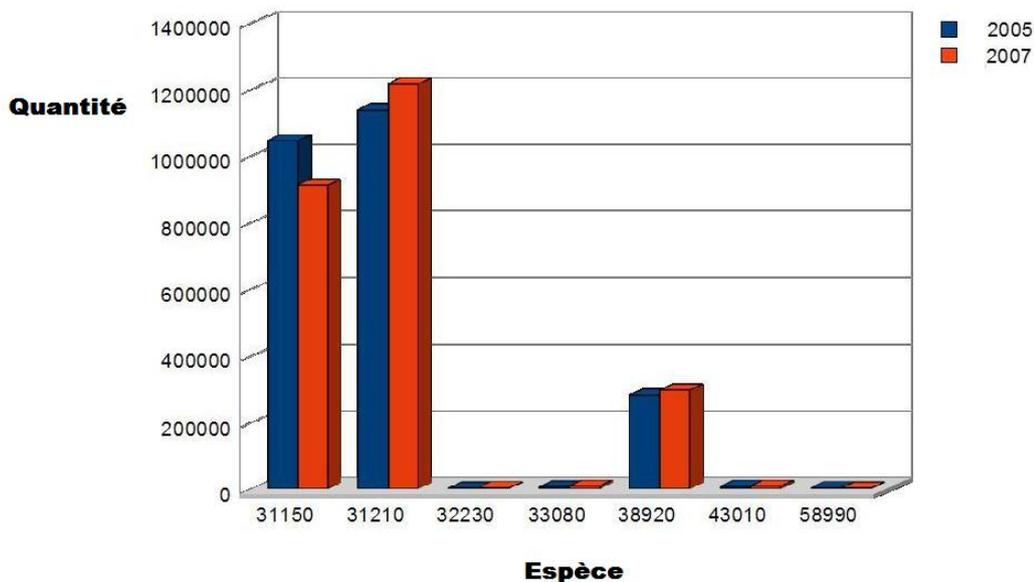


FIGURE 3.14 – Quantités pêchées en 2005 et 2007 pour les espèces tirant plus profit du marché de gré à gré

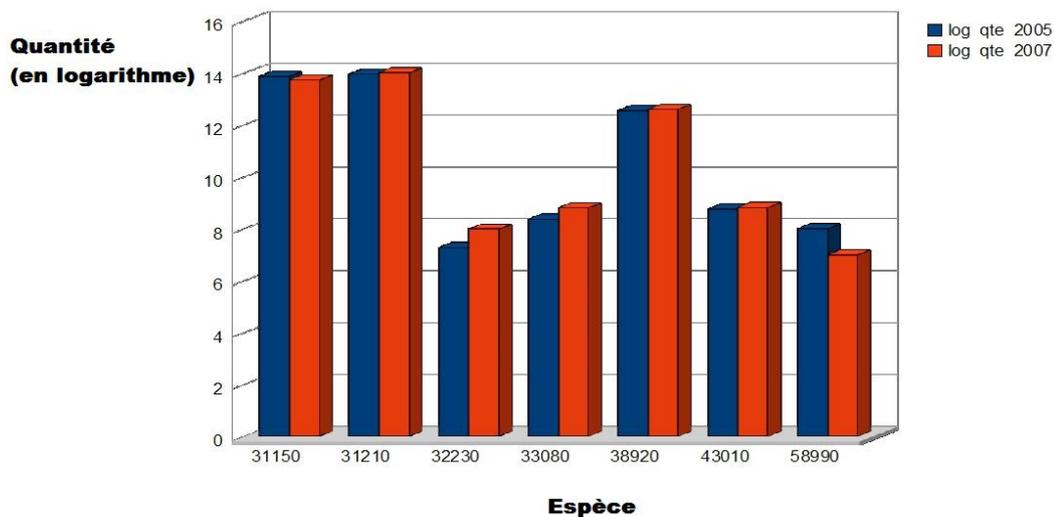


FIGURE 3.15 – Logarithme des quantités pêchées en 2005 et 2007 pour les espèce tirant plus profit du marché de gré à gré

### 3.4.1.2 Au niveau des prix

Comparons ici les prix de l'année 2005 de janvier à décembre (où seul le marché d'enchères existait), et de l'année 2007 de janvier à décembre également (où les deux systèmes cohabitaient depuis plusieurs mois). Cela a pour but d'étudier des périodes de temps équivalentes afin d'éliminer des différences qui seraient dues à de la saisonnalité, et de s'assurer que le système a eu le temps de se stabiliser.

D'un point de vue général, les prix ont augmenté de 24% sur ces deux ans. Les causes de cette augmentation sont multiples (inflation, raréfaction du poisson, quotas de pêche, espèces protégées ou épuisées, prix du gasoil), et celle-ci n'est bien sûr pas causée par l'introduction du marché négocié à Boulogne-sur-Mer, car une dynamique des prix similaires pouvait déjà s'observer les années précédentes.

Un point intéressant est le suivant : Il existe des espèces de poisson vendues en moyenne à des prix plus élevés sur le marché de gré à gré (après introduction de celui-ci) que sur le marché d'enchère.

Nous reprenons celles-ci et les regroupons en un panier de biens.

Le prix au Kg de ce panier de biens est de 5.39 € en 2005. (Ceci est bien sûr le prix sur le marché d'enchères, car seul celui-ci existait à l'époque). Comparativement, le prix moyen de ces mêmes espèces sur ce même marché est de 4.26 € après l'introduction du second mécanisme de vente.

Le prix d'un même panier de biens sur un même mécanisme de vente a donc baissé. Par contre le prix de ces espèces sur le marché négocié est au même moment de 6.7 € (Nous avons vu sur les figures Fig.3.14 et Fig.3.15 que les volumes vendus des espèces composant ce panier de biens n'ont que très peu varié entre 2005 et 2007, la comparaison des prix est donc possible.) Il existe donc une différenciation des prix forte entre les deux sous-marchés.

Pour certaines espèces de poissons, les acheteurs achètent plus cher un produit identique si celui-ci est vendu sur le marché négocié.

Un phénomène identique s'observe (de manière moins prononcée) pour d'autres espèces, mais à l'avantage du marché d'enchères.

On peut ainsi en conclure qu'il existe bien un ou des avantages comparatifs pour chacun des deux mécanismes, phénomène qui sera au coeur de notre étude.

La suite de l'analyse porte sur la période où les deux mécanismes de ventes sont à la disposition des acteurs du marché.

## 3.5 Cohabitation des deux systèmes de vente

À compter du 1er avril 2006, les acteurs du marché ont la possibilité de vendre et d'acheter des marchandises sur un marché d'enchères, un marché de gré à gré, ou de recourir partiellement aux deux.

C'est sous la pression conjointe des vendeurs et des acheteurs que les pouvoirs publics ont permis l'ouverture d'un marché négocié en parallèle de celui d'enchères. Au premier abord, il pourrait sembler surprenant de constater qu'à la fois vendeurs et acheteurs puissent penser être avantagés par ce type de marché, étant donné qu'intuitivement nous pourrions nous dire que tout gagnant nécessite un perdant.

Exactement de la même manière et pour les mêmes raisons que pour la période où le mécanisme d'enchères était la seule manière de vendre leurs marchandises, nous nous intéressons aux données portant sur la pêche artisanale en retirant les données des chalutiers de pêche industrielle.

Cette étude se fera suivant deux axes. Une analyse statistique du marché au niveau agrégé, et une analyse au niveau des agents acteurs du marché.

### 3.5.1 Analyse au niveau agrégé

Nous commençons par une analyse du marché aux poissons au niveau agrégé. Dans un premier temps nous préférons ignorer les différences individuelles entre les agents économiques, afin de mettre en lumière les faits stylisés représentant au mieux le comportement du 'marché' lui-même, et non pas celui d'une de ses composantes.

#### 3.5.1.1 Une coexistence stable des deux sous marchés.

Le premier enseignement livré par la figure 3.16, qui montre le pourcentage de la quantité mise en vente sur la marché négocié chaque jour, est que ces deux sous-marchés sont comparables en termes de quantité. Il n'en existe pas un dominant outrageusement l'autre.

En prenant en compte la pêche industrielle, le marché négocié représente 63% des quantités et 66% de la valeur. Mais pour des raisons déjà énoncées, nous retirons les chalutiers industriels de nos données.

On observe alors que 19000 tonnes de poissons sont vendues aux enchères (44%) alors que 24000 tonnes sont échangées sur le marché négocié (56%). En terme de nombre de transactions, environ 58% des transactions sont faites sur le marché négocié. La taille moyenne des échanges est donc légèrement supérieure aux enchères (94 Kg) par rapport au négocié (87 Kg).

Ces proportions sont relativement stables semaines après semaines sur la période étudiée, avec quelques fluctuations apparemment saisonnières.

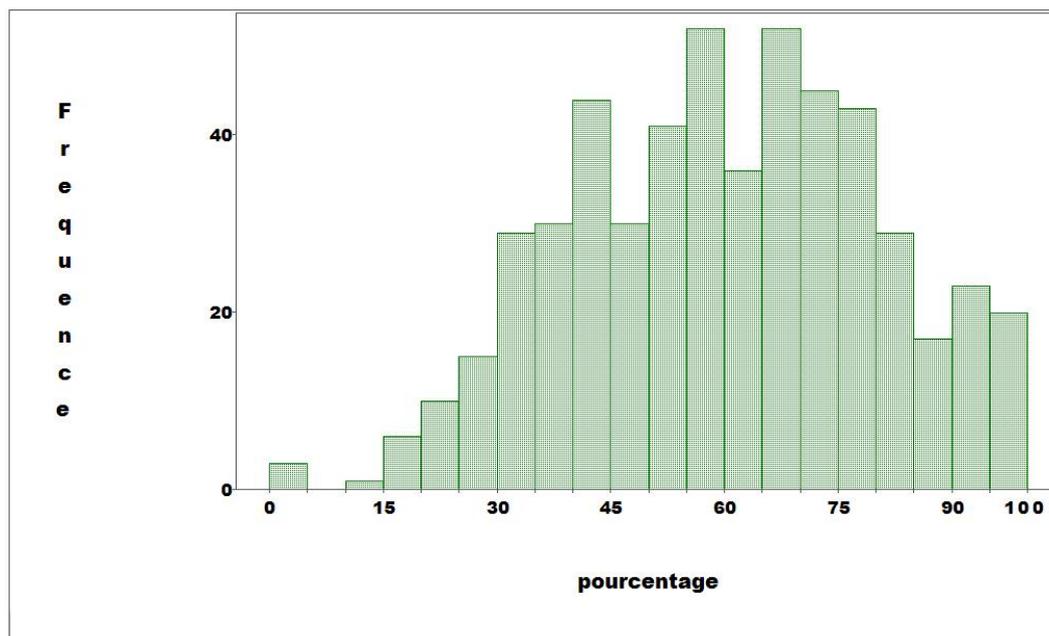


FIGURE 3.16 – Distribution du pourcentage la quantité mise quotidiennement en vente sur le marché négocié .

Rho	Pr<Rho	Tau	Pr<Tau	F	Pr<F
-404.660	0.0001	-14.18	<.0001	100.51	0.0010

TABLE 3.3 – Test de Dickey fuller sur la proportion vendue aux enchères

(même si la durée sur laquelle porte notre base de données ne permet pas de l'affirmer avec certitude à l'aide d'une méthode mathématique, la saisonnalité de la pêche est un fait empirique connu).

Afin de confirmer que la coexistence des deux mécanismes est bel et bien stable, nous avons recours au test de Dickey-Fuller augmenté<sup>2</sup>. Le test rejetant l'hypothèse nulle, cela nous permet de prouver que le processus est stable.

Cette division des quantités étant un comportement stable au cours du temps, nous pouvons en conclure qu'il n'y a pas convergence vers un marché ou un autre.

De plus, le co-mouvement entre les quantités vendues aux enchères et celles vendues

2. modèle AR(1) avec constante sans tendance déterministe

sur le marché négocié a été étudié. Il existe une forte, positive et significative corrélation entre ces deux valeurs (Pearson : +0.52, Spearman : +0.62) signifiant que les quantités ont tendance à augmenter simultanément sur les deux marchés.

Cela n'a en soi rien de surprenant, étant donné que les deux sous-marchés concernent les mêmes acteurs, les mêmes produits, avec des quantités globales fluctuant de la même manière. Il est intéressant de constater que cette corrélation n'est 'que' de 0.52. Il existe donc une partie de la fluctuation des quantités sur un sous-marché qui est indépendante des fluctuations de quantités de l'autre sous marché.

Par contre si nous regardons les corrélations des quantités agrégées au niveau hebdomadaire, Fig.3.17 celles-ci sont nettement moins corrélées (Pearson : +0.2, Spearman : +0.15).

Il existe donc une forte corrélation en terme de quantités quotidiennes due à une dérive hebdomadaire des prix. Mais si nous agrégeons les quantités par semaine, la corrélation en terme de quantités est faible entre les deux mécanismes.

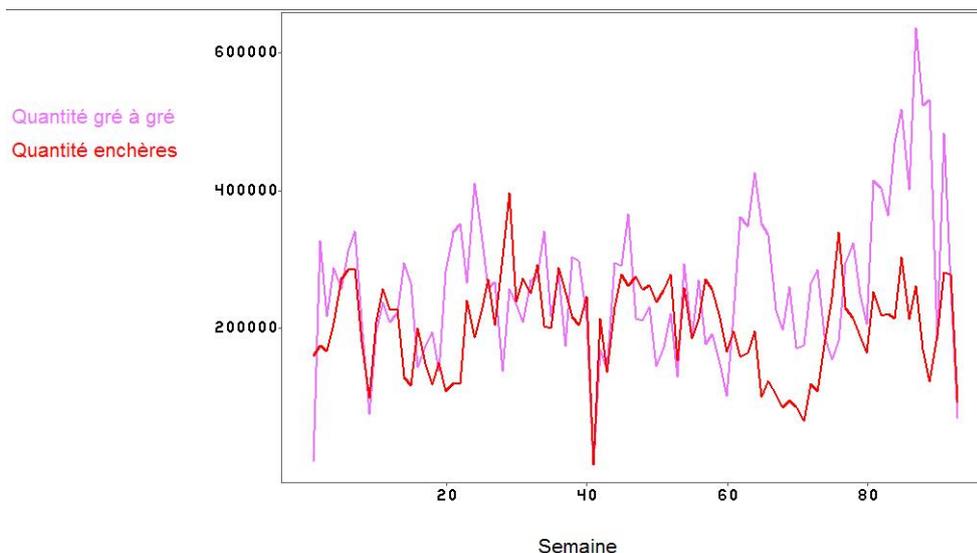


FIGURE 3.17 – Evolution des quantités sur chacun des marchés semaine après semaine.

Nous avons donc, au niveau agrégé, un co-mouvement des quantités peu marqué au niveau hebdomadaire, et une stabilité dans la répartition des quantités entre les deux marchés.

### 3.5.1.2 Une absence de forte spécialisation

L'intuition nous demande de vérifier s'il n'existe pas une certaine forme de spécialisation pour chacun des deux mécanismes. N'existerait-il pas un marché sur lequel est vendu la

quasi-totalité des poissons de certaines espèces ?

Afin de lever le doute nous nous intéressons à la proportion des quantités mises en vente sur chaque marché pour les vingt principales espèces vendues sur le marché (en termes de quantités)

Nous pouvons aisément constater sur la figure Fig.3.19 que si pour quelques rares espèces un marché semble prédominant, nous ne trouvons pas d'espèce vendues uniquement sur l'un ou l'autre des sous-marchés.

Nous allons étudier plus en détail le rôle de la nature de l'espèce vendue dans la décision, afin d'expliquer pourquoi certaines d'entre elles sont vendues préférentiellement sur un des deux marchés.

### 3.5.1.3 Différenciation des espèces de poissons

Étant donné le grand nombre d'espèces présentes sur ce marché, nous ne pouvons pas faire d'étude espèce par espèce et prétendre illustrer le comportement global du marché de cette manière.

De plus nous ne pouvons regrouper les espèces par type de pêche (petite pêche, pêche côtière, pêche au large), car certaines espèces sont pêchées par plusieurs de celles-ci. Nous nécessiterions donc de connaître le type de navire ayant récolté ces espèces pour pouvoir les affecter à une catégories. Ne disposant pas de cette information une autre méthode de classification est utilisée.

Nous cherchons donc à utiliser une caractéristique commune à toutes les espèces, et ayant un lien fort avec la prise de décision des agents.

Nous décomposons donc les marchandises en trois catégories :

- 1ere catégorie : Pas de différence de prix significative<sup>3</sup> entre les deux marchés, représentant 20000 Tonnes dont 56% sont vendues sur le marché négocié.
- 2ème catégorie : Espèces significativement plus chères sur les enchères, représentant 19000 Tonnes, dont 52% vendues sur le négocié.
- 3ème catégorie : Espèces significativement plus chères sur le marché négocié, pour un volume de 4200 Tonnes avec 74% vendu sur ce marché.

Nous pouvons constater aisément que les espèces de la 3ème catégorie (vendues plus cher en moyenne sur le marché négocié), ont tendance à y être plus vendues en terme de volumes (74%) que celles de 1ere catégorie (pas de différence de prix significative). De même les espèces de 2eme catégorie sont moins vendues sur le marché négocié (52%) que

---

3. Nous utilisons le test de Student afin de déterminer si le prix moyen d'une espèce est plus important sur un marché ou un autre. (seuil 1%).

celle de 1ere catégorie (58%). Cela renforce donc l'hypothèse que le mécanisme de vente à une influence sur les prix, et que le choix du marché est fonction des biens considérés.

D'un point de vue empirique, il est très intéressant de constater que ces différenciations peuvent être liées aux différents types de pêche artisanale existant à Boulogne sur mer. En l'occurrence les poissons vendus plus cher sur le marché négocié correspondent de manière remarquable avec les poissons issus de la petite pêche. Le prix au Kg moyen de ces poissons est élevé (6.48 €), et les différences de prix avec le marché d'enchère sont importantes (7.22 € sur le négocié contre 4.33 € sur les enchères).

Concernant les espèces de poissons sans différence de prix significative, nous pouvons les diviser sommairement en deux groupes :

- Celles dont les quantités échangées sont trop faibles pour qu'un test puisse être significatif ;
- Celles qui sont également pêchées par les chalutiers industriels.

Enfin en ce qui concerne les espèces vendues plus cher aux enchères, celles-ci semblent correspondre à la pêche côtière.

Nous constatons donc qu'il existe un lien entre type de pêche et prix, ainsi qu'entre type de pêche et proportion sur chacun des marchés. Nous pouvons en déduire qu'il existe un lien entre type de pêche et stratégie. C'est-à-dire que le matériel utilisé par chaque pêcheur a une influence non négligeable sur sa stratégie.

Comme nous avons pu le voir dans la partie .1.4.2.5 Ces types de pêches se différencient par :

- Le volume global moyen pêché à chaque sortie ;
- La nature des espèces pêchées ;
- La durée (et donc la fréquence) des sorties.

La déduction logique est que ces trois paramètres ont chacun une influence, plus ou moins marquée, au niveau de la prise de décision individuelle.

Nous présenterons plus en détail au paragraphe b.3.5.2 les comportements des vendeurs afin de mettre en lumière ces différences de stratégies, et l'influence de chacun de ces paramètres.

### 3.5.1.4 Caractéristiques des prix

Nous étudions ici les prix quotidiens observés sur le marché d'enchères (Fig.3.21) et sur le marché de gré à gré (Fig.3.21). La figure. (3.20) montre la distribution de ces prix quotidien sur chacun des deux sous-marchés.

Celle-ci est analysée sur les deux marchés. L'analyse concerne les prix de toutes les

transactions, c'est-à-dire les prix de biens hétérogènes.

Nous pouvons voir dans la table 3.4 que le Kurtosis, l'asymétrie et les tests de Kolmogorov-Smirnov, Cramer-vol Mises, et Anderson-Darling indiquent clairement que ces distributions ne sont pas normales. En particulier la valeur importante du Kurtosis indique la présence de volatilité au niveau des prix. Cet effet est plus présent sur le marché d'enchères. Une asymétrie vers la droite (skewness) représente des événements rares ayant vu des gains importants.

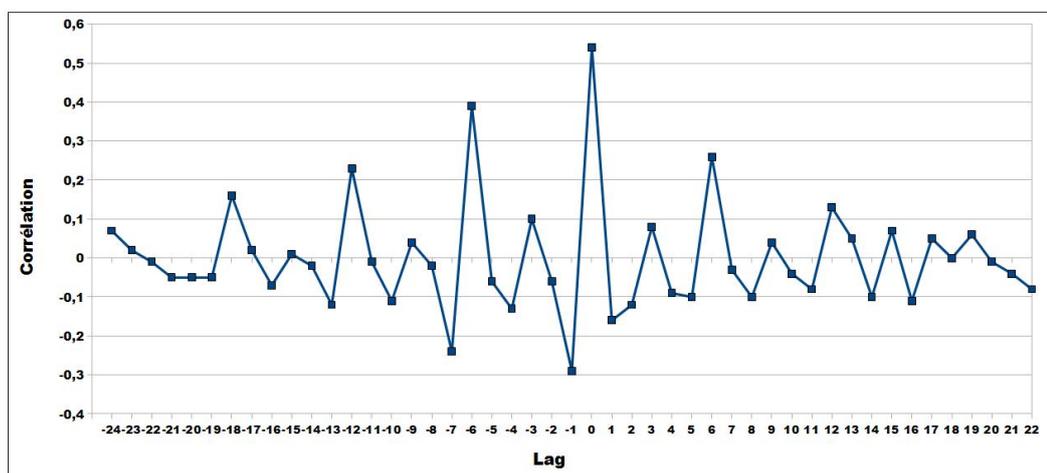


FIGURE 3.18 – Corrélation croisée entre les prix sur le marché négocié au jour  $t$  et les enchères au jour  $t+lag$ . Nous pouvons constater l'existence d'une composante commune au niveau des prix, se traduisant par une corrélation croisée significative.

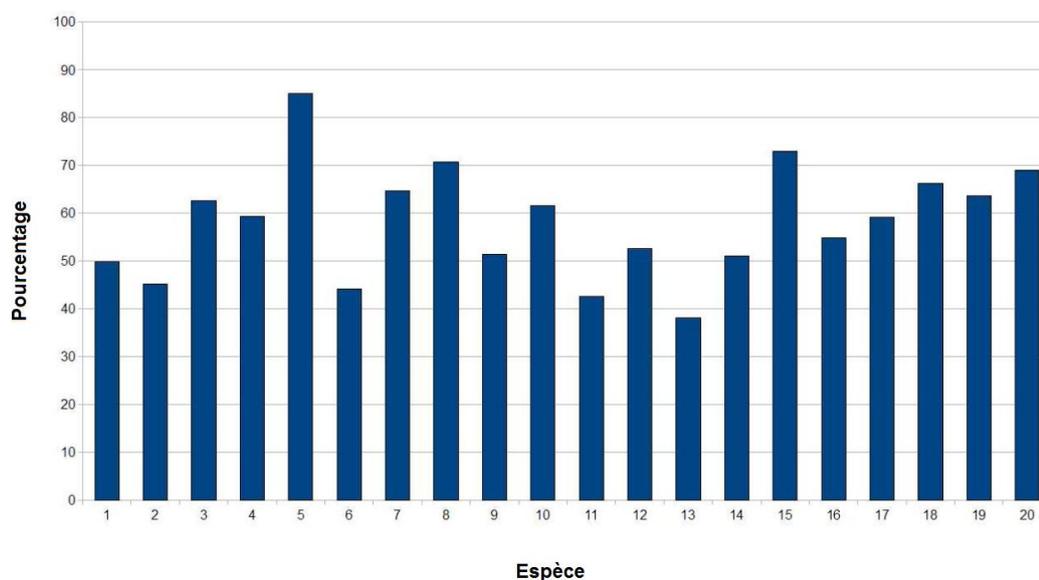


FIGURE 3.19 – **Le marché négocié** : Proportion de chacune des 20 principales (en terme de quantités) espèces de poissons vendues sur le marché négocié

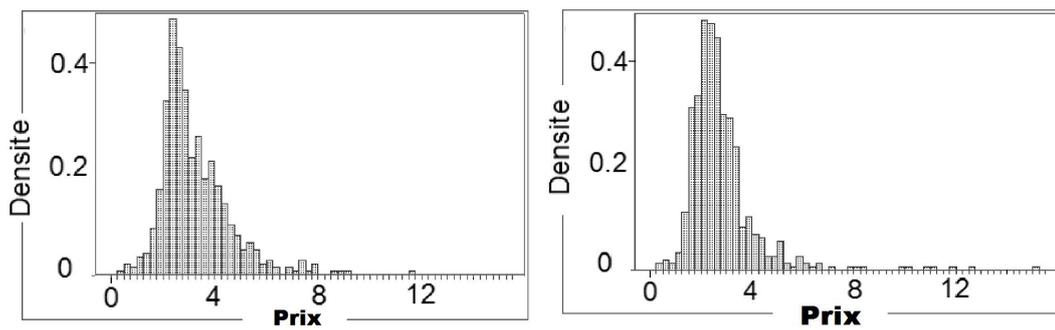


FIGURE 3.20 – Distributions des prix aux enchères (gauche) et sur le marché négocié(droite)

TABLE 3.4 – Tests de normalité, asymétrie, kurtosis, moyenne, médiane et écart type des distributions des prix.

	Marché d’enchères	Marché négocié
<i>Kolmogorov – Smirnov</i>	P<0.01	P<0.01
<i>Cramer – von Mises</i>	P<0.05	P<0.05
<i>Anderson – Darling</i>	P<0.05	P<0.05
<i>kurtosis</i>	17.27	4.32
<i>skewness</i>	3.36	1.25
<i>Moyenne</i>	2.83	3.23
<i>Médiane</i>	2.52	2.89
<i>Écarttype</i>	1.49	1.34

Le fait que le kurtosis soit plus important sur les enchères suggère que ce marché est plus volatil, signifiant qu’en moyenne ce marché est plus risqué. Les prix moyens et médians sont plus élevés sur le marché négocié, mais il conviendra de nuancer ces affirmations, comme nous le verrons dans la partie 3.5.2.3.

Tracer l’autocorrélation des prix sur les deux sous-marchés 3.23 permet de mettre en évidence deux faits importants (La figure 3.24 représente ces deux autocorrélation sur une même figure pour faciliter la comparaison). Le premier, qui a déjà été abordé, est que les prix ont un comportement hebdomadaire (le marché est ouvert 6 jours par semaine), signifiant qu’il y a une forte corrélation entre deux lundis consécutifs (de même pour les autres jours de la semaine), plus forte que la corrélation entre un jour et son lendemain.

Le second est que ce comportement se retrouve de manière semblable sur chacun des sous-marchés, mais de manière moins prononcée sur les enchères. Sur ce sous-marché le coefficient est non significatif entre deux jours consécutifs.

Le prix aux enchères au jour  $T$  ne fournit donc aucune information concernant les prix en  $T + 1$ , au contraire du marché de gré à gré. Le niveau de prix sur le marché négocié est donc plus important d’un point de vue stratégique concernant la prise de décision des agents.

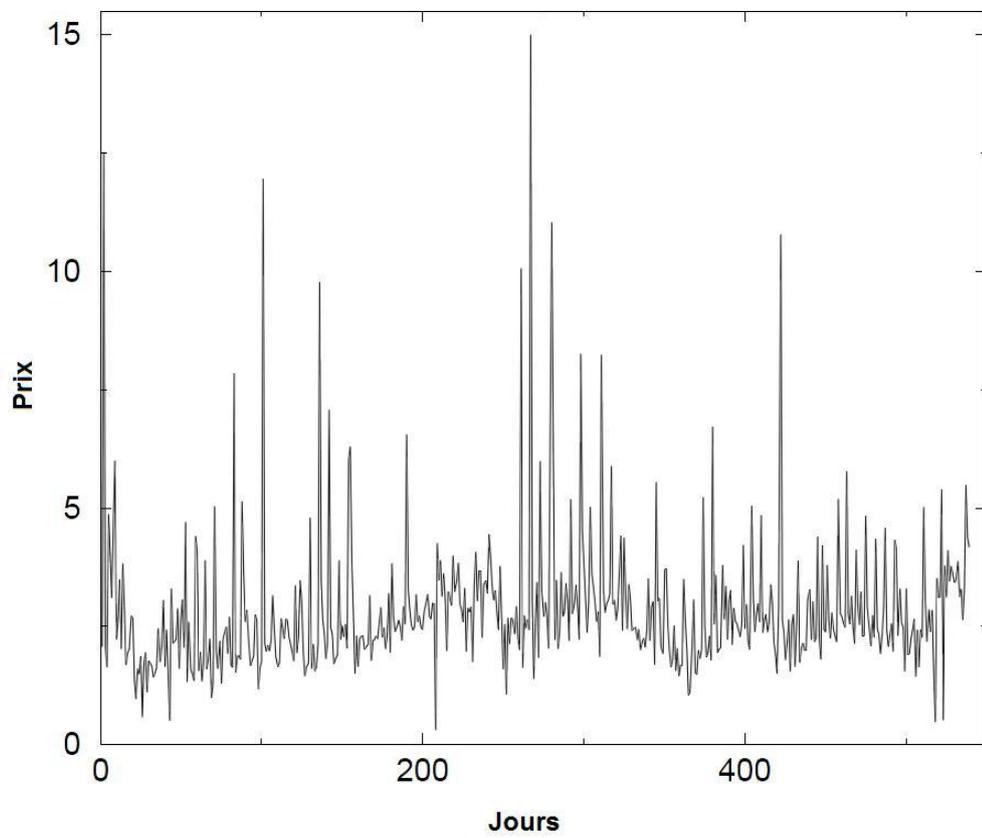


FIGURE 3.21 – Prix quotidiens aux enchères

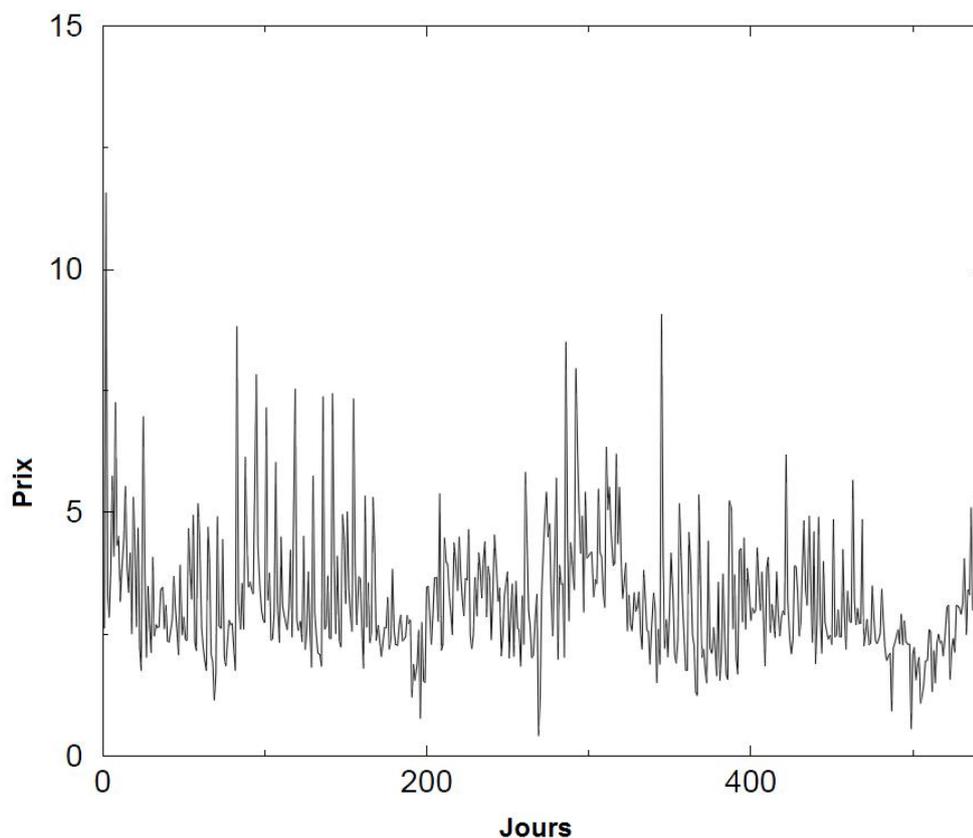


FIGURE 3.22 – Prix quotidiens sur le marché de gré à gré

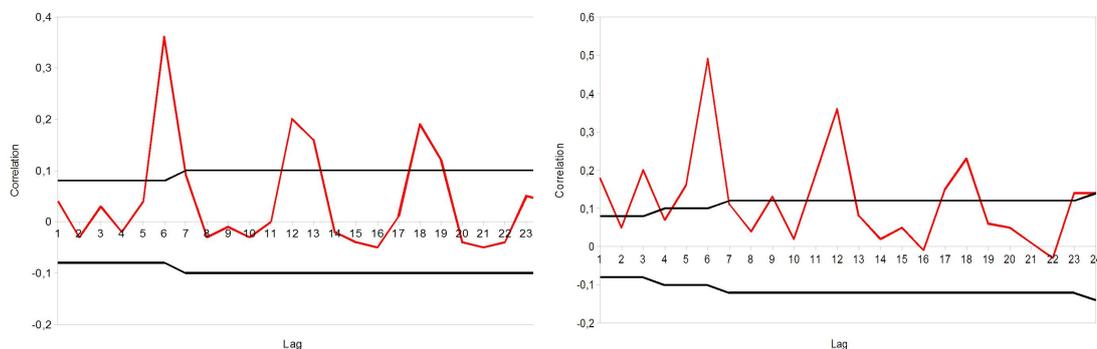


FIGURE 3.23 – Autocorrelogrammes des prix sur chacun des deux sous-marchés. Marché d’enchères à gauche et marché négocié à droite. L’autocorrélation en  $t + 6$  est visible et significative sur les deux sous-marchés, mais les valeurs sont plus importantes sur le marché de gré à gré

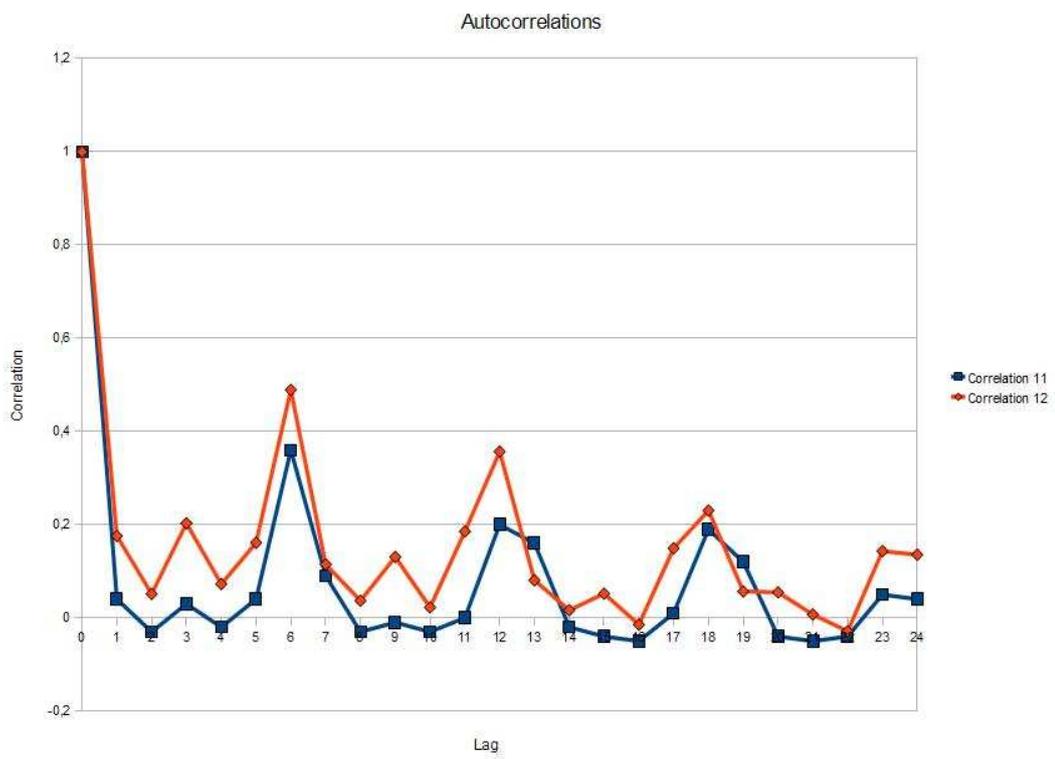


FIGURE 3.24 – Autocorrelogramme des prix sur les deux sous-marchés

### 3.5.1.5 Recherche de la composante commune dans les prix

L'évolution des prix sur les deux sous marché est forcément liée, comme nous avons pu le vérifier au niveau de la corrélation croisée des prix. En effet, nous avons des acheteurs et des vendeurs pouvant aller à leur guise sur l'un ou l'autre de ceux-ci, et qui ne s'en privent pas. Ce qui nous intéresse ici est de connaître la variation des prix qui est commune aux deux marchés, et donc par opposition celle qui ne l'est pas.

Nous cherchons donc à distinguer entre la composante commune et les composantes individuelles.

Pour cela, nous allons procéder à une décomposition des différences de prix.

Le prix étant défini par :

$$\hat{P}_t = \sum_{i=1}^{i=N_t} \left( p_i \left( \frac{q_i}{\sum_{i=1}^{i=N_t} (q_i)} \right) \right) \quad (3.2)$$

(Avec  $N_t$  le nombre de transaction ayant eu lieu au jour  $t$ ). La différence de prix entre deux jours successifs est donc :

$$\hat{P}_{t+1} - \hat{P}_t = \sum_{i=1}^{i=N_{t+1}} \left( p_{i,t+1} \left( \frac{q_{i,t+1}}{\sum_{i=1}^{i=N_{t+1}} (q_{i,t+1})} \right) \right) - \sum_{i=1}^{i=N} \left( p_i \left( \frac{q_i}{\sum_{i=1}^{i=N} (q_i)} \right) \right) \quad (3.3)$$

Qui peut se décomposer en :

$$\hat{P}_{t+1} - \hat{P}_t = \frac{\Delta_W}{\Delta_P} + \frac{\Delta_W}{\Delta_Q} + \frac{\Delta_W}{\Delta_{IO}} \quad (3.4)$$

4

avec :

$$\frac{\Delta_W}{\Delta_P} = \sum_{i=1}^{i=M} (p_{i,t+1} - p_{i,t}) * \frac{q_{i,t}}{\sum_{i=1}^{i=M} (q_{i,t})} \quad (3.5)$$

$$\frac{\Delta_W}{\Delta_Q} = \sum_{i=1}^{i=M} p_{i,t+1} * \left( \frac{q_{i,t+1}}{\sum_{i=1}^{i=M} (q_{i,t+1})} - \frac{q_{i,t}}{\sum_{i=1}^{i=M} (q_{i,t})} \right) \quad (3.6)$$

$$\frac{\Delta_W}{\Delta_{IO}} = \sum_{j=1}^{j=L} (p_{j,t+1} * \frac{q_{j,t+1}}{\sum_{j=1}^{j=L} (q_{j,t+1})}) - \sum_{k=1}^{k=H} (p_{k,t} * \frac{q_{k,t}}{\sum_{k=1}^{k=H} (q_{k,t})}) \quad (3.7)$$

---

4.  $\Delta_{IO}$  correspond à la différence entre les entrées et les sorties. Les entrées sont les espèces vendue en  $t+1$  et pas en  $t$ , les sorties les espèces vendues en  $t$  et pas en  $t+1$ .

	Enchères	gré à gré
moyenne  P	0.42(0.89)	0.41(0.51)
moyenne  Q	1.21(2.17)	1.18(1.85)
moyenne  io	0.08(0.29)	0.07(0.05)

TABLE 3.5 – Moyennes et écarts types sur les deux marchés

Nous notons par  $M$  le nombre d'espèces vendues en  $t$  et en  $t + 1$  (les transactions correspondant à ces types de bien sont notés  $i$ ), par  $L$  le nombre d'espèces entrées sur le marché en  $t + 1$  (transactions  $j$ ), et  $H$  le nombre d'espèces sorties du marchés en  $t + 1$  (transactions  $k$ ).

C'est-à-dire que les variations de prix ont été décomposées en trois, nous permettant de connaître le poids de certains facteurs sur la variation des prix :

- Le poids qu'ont les entrées et sorties d'espèces (espèces vendues un jour, mais pas le lendemain), noté  $io$  ;
- Le poids qu'ont les variations de quantités d'un jour à l'autre, noté  $Q$  ;
- Le poids des variations ne dépendant pas de ces deux paramètres noté  $P$ .

Le but est d'observer le poids de ces trois facteurs sur chacun des deux sous-marchés afin de constater si des différences existent.

Les résultats sont présentés sur les figures 3.25 et 3.26 :

Le premier point important est que les résultats observables dans la table 3.5.1.5, indiquant les moyennes et leurs écarts types, semblent globalement similaires sur les deux marchés, si ce n'est un plus grande stabilité des prix sur le marché négocié. Ensuite, l'influence des entrées/sorties sur les prix est négligeable sur les deux systèmes de vente (ces biens sont vendus en très faibles quantités, trop faibles pour influencer le marché), même si la variance est beaucoup plus élevé sur le marché d'enchères. Cela indique que les espèces mises en ventes de manière irrégulière ont plus tendance à êtres vendues à l'aide de ce mécanisme d'enchères.

Le poids des variations de quantités est primordial. C'est de loin la principale variable explicative des variations du prix du marché. La relation prix/quantité étant un mécanisme plus qu'accepté en économie, ce résultat était en quelque sorte attendu. Par contre, il est intéressant de constater, c'est que ces variations de quantités sont loin d'expliquer entièrement les variations du prix.

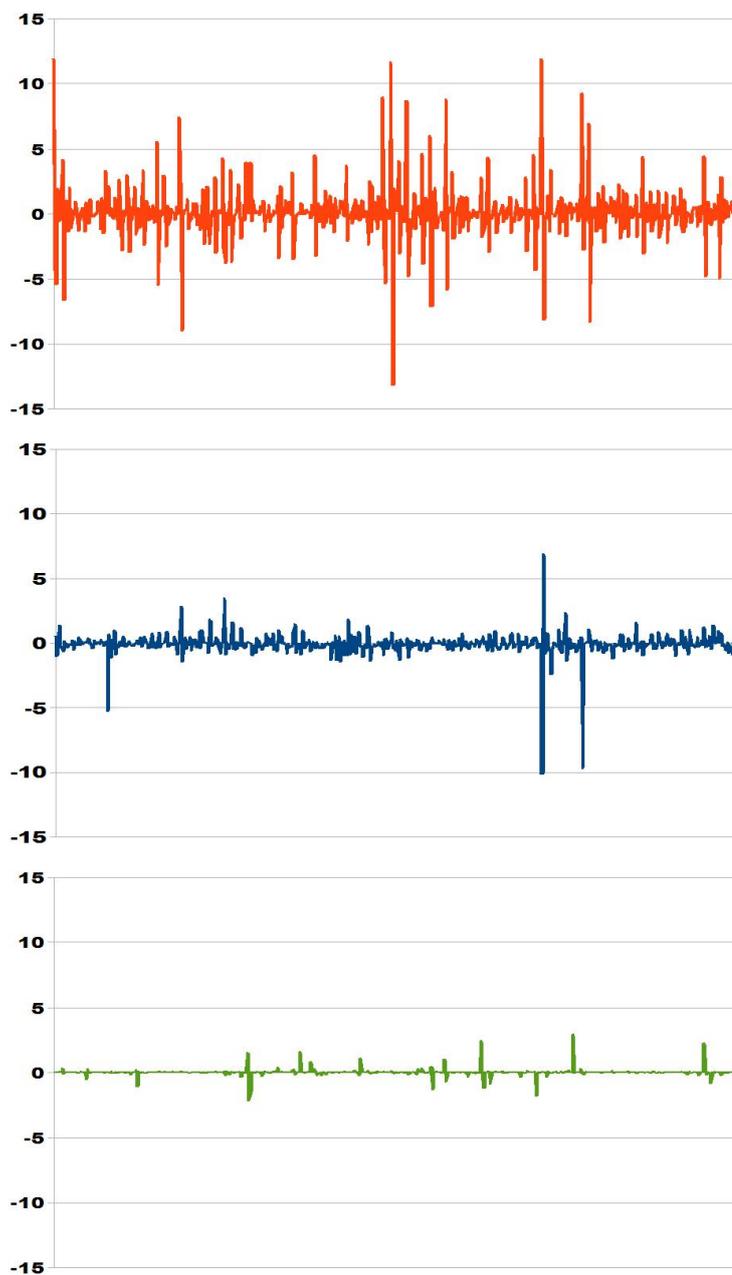


FIGURE 3.25 – Les trois effets pour le marché d’enchères (Rouge : Q, Bleu : P, Vert IO).

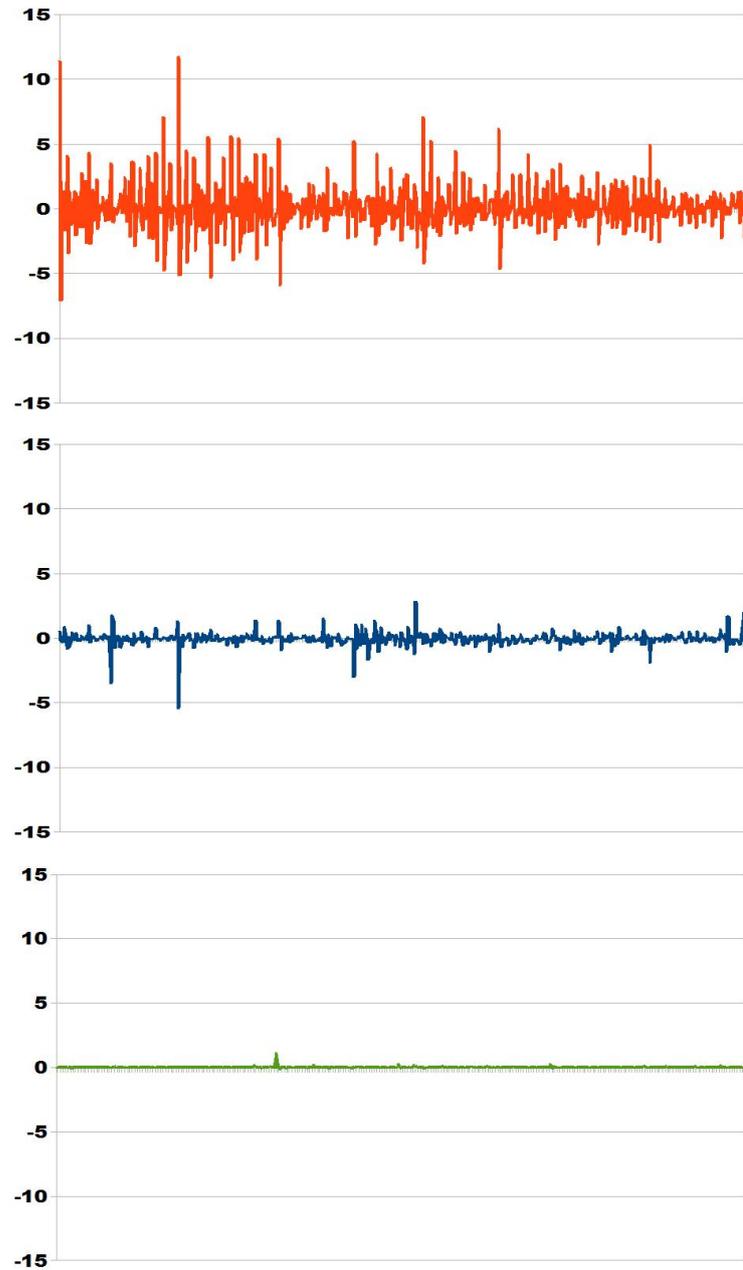


FIGURE 3.26 – Les trois effets pour le marché de gré à gré (Rouge : Q, Bleu : P, Vert IO).

### 3.5.1.6 Les relations entre les prix et les quantités

Tout d'abord il existe, bien sûr, la très classique relation négative entre le prix des marchandises et la quantité mise en vente sur le marché. Mais cette relation n'explique pas toute la dynamique des prix.

En poussant un peu plus loin l'analyse des comportements des vendeurs, nous pouvons voir l'existence d'une corrélation entre les quantités vendues un jour donné sur un marché et les prix obtenus sur l'autre marché la veille.

La figure (3.27) montre l'existence de la relation négative entre les prix moyens et les quantités globales au niveau agrégé.

La relation de la figure (3.27) semble proche d'une fonction logarithmique avec intercept 10.25, coefficient de corrélation de  $-0.48$  et une pente de  $-0.67$ . Comme le montre la figure 3.27 (courbe rouge). Une simple régression logarithmique nous permet de confirmer la relation négative prix/quantité.

Le résultat est montré dans la table 3.6.

Price :	Coef	Robust St.Err.	t	$P >  t $	(95% Conf. Interval)
log quantité :	-.674	.106	-6.32	0.000	-.883 -.464
cons :	10.257	1.140	9.00	0.000	8.017 12.49

TABLE 3.6 – Régression linéaire entre le prix et le logarithme de la quantité sur la marché négocié.

Nous observons une figure (3.28) similaire concernant le marché d'enchères. De la nous pouvons conclure à l'existence d'une rationalité globale du marché, sur lequel sont vendus des biens normaux.

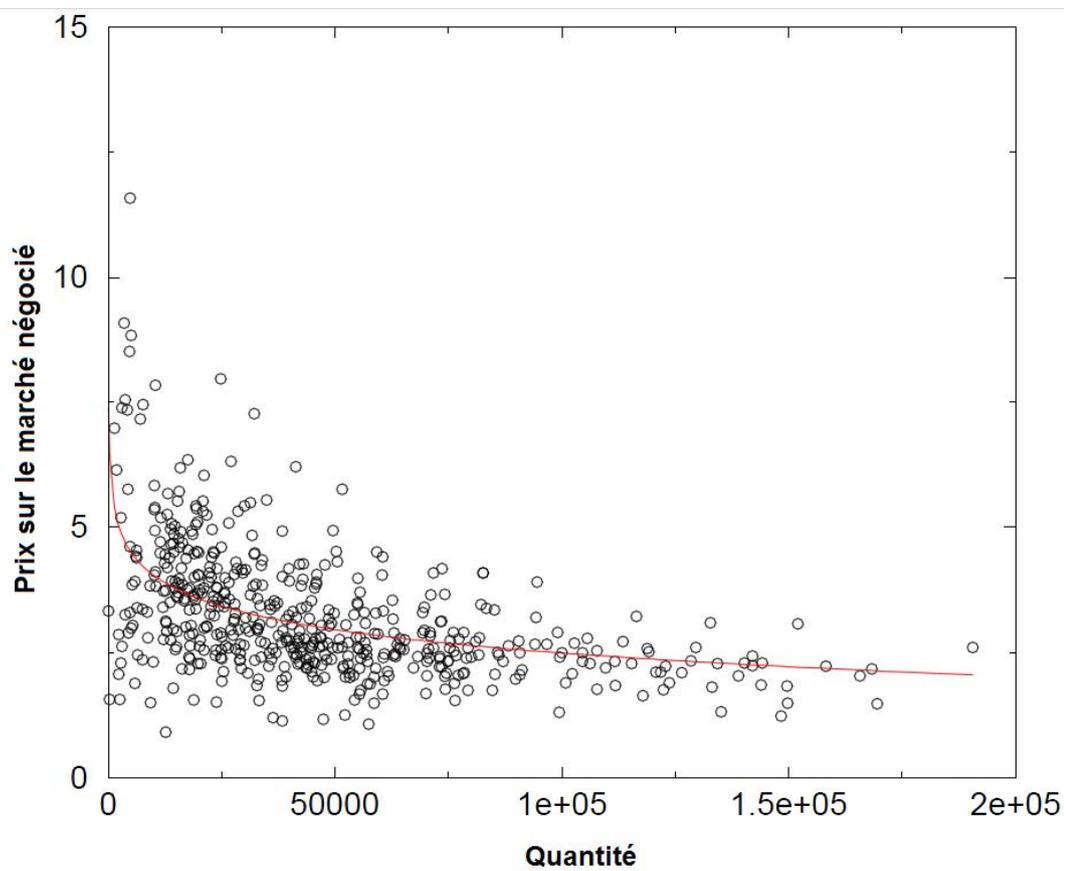


FIGURE 3.27 – Relation prix quantité sur le marché négocié. Nous traçons le prix quotidien moyen et la quantité quotidienne totale (ronds noirs) et une régression logarithmique(ligne rouge).

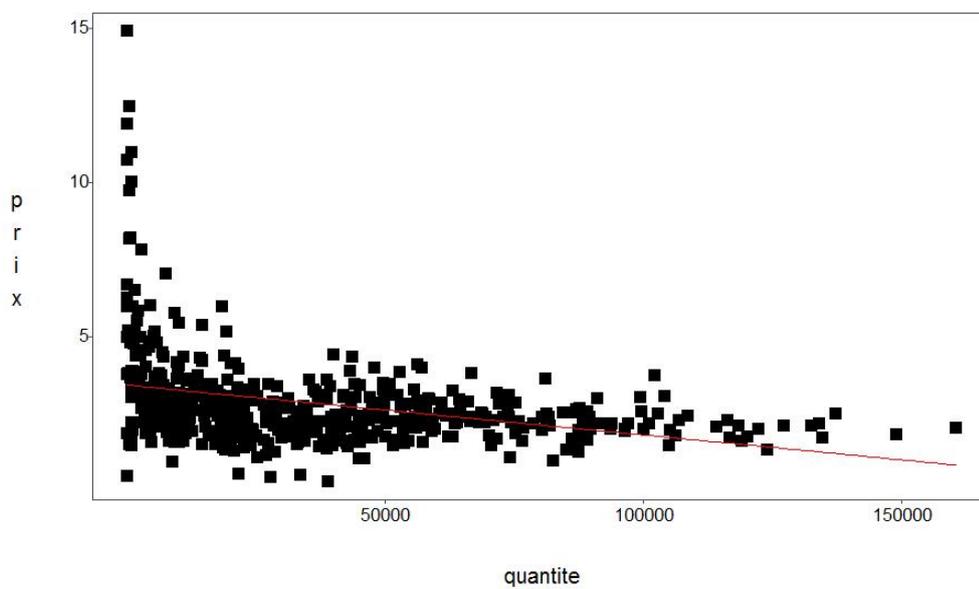


FIGURE 3.28 – Relation prix quantité sur le marché d’enchères

Cependant ce comportement agrégé ne se retrouve pas forcément au niveau individuel. Tracer les données pour un seul vendeur montre en effet un comportement différent sans claire relation prix/quantité. Nous montrons ce phénomène dans la figure (3.29) (à gauche).

Dans d'autres situations bien que nous observions une réduction dans la volatilité des prix, il n'y a pas de claire tendance (Fig.3.29) (à droite).

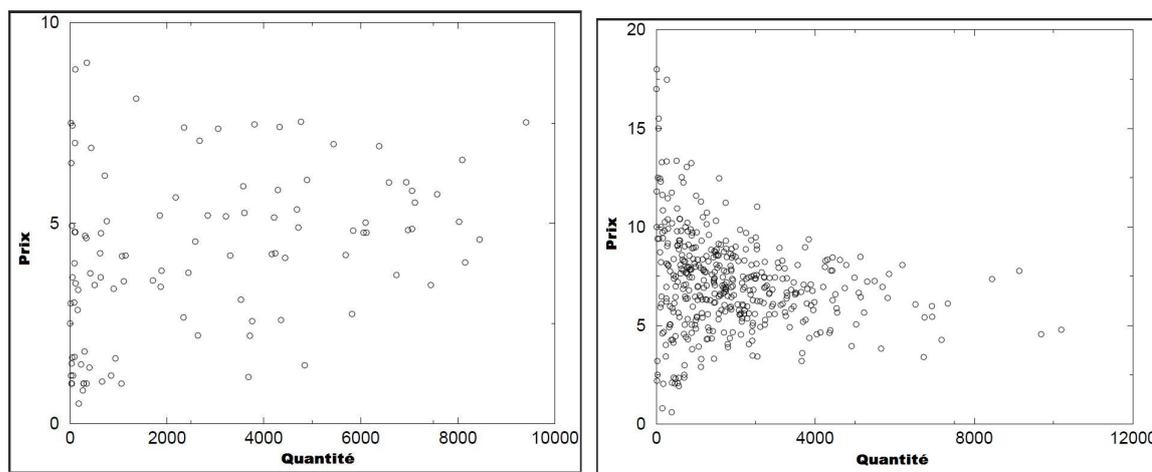


FIGURE 3.29 – Relation prix quantité sur le marché négocié pour l'agent 14124012 (à gauche) et 87 (à droite). Nous traçons le prix moyen et la quantité totale vendue par jour.

Comme nous pouvons le constater, le comportement que nous observé au niveau agrégé ne se retrouve pas forcément au niveau individuel. Nous nous intéressons donc à présent aux agents économiques composant le marché, plus qu'au marché lui-même.

### 3.5.1.7 Etude économétrique du prix des transactions

Nous avons montré précédemment qu'il existe une corrélation négative entre la quantité globale mise en vente et le prix moyen. Étant donné l'hétérogénéité des biens vendus, nous sommes en droit de nous interroger sur les paramètres explicatifs du prix d'une transaction. Surtout nous voulons démontrer que quelque soient les variables que nous ajoutons à la régression, il existera toujours un effet significatif de la structure de marché utilisée sur ce prix.<sup>5</sup>

Pour cela nous utilisons diverses régressions pour expliquer les effets sur le prix au kilo des transactions de :

- La quantité globale vendue (en logarithme)

5. étant donné la très grande taille de l'échantillon nous pouvons capter la significativité de paramètre même peu influents ( $N = 480080$ )

TABLE 3.7 – Variable expliquée : prix par transaction (coefficients et écarts types robustes)

Variable	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Taille du lot	-0,0018(0.0001)***	-0,0006(0.0001)***	-0,0005(0.0001)***	-0.0027(0.0006)***
Log qté globale	-0,4866(0.0092)***	-0,1840(0.0078)***	-0,1261(0.0122)***	-0.1627(0.0462)**
Structure de marché utilisée				
Enchères	-0.7902(0.0128)***	0.0788(0.0071)***	0.1547(0.0227)***	-0.1372(0.0493)*
Gré à Gré	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Jours de la semaine				
mardi	.	0.2578(0.01706)***	0.0605(0.0226)**	0.1413(0.0813)*
mercredi	.	0.4317(0.0183)***	0.1728(0.0245)***	0.3265(0.0983)**
jeudi	.	0.1331(0.0173)***	-0.0535(0.0234)***	0.0734(0.0817)
vendredi	.	0.3726(0.0185)***	0.1235(0.0250)***	0.2628(.0997)
samedi	.	0.3732(0.0197)***	0.1235(0.0280)***	0.2022(0.1103)*
lundi	.	Ref.	Ref.	Ref.
Autres variables dichotomiques				
Mois	non	oui	oui	oui
Espèces	non	oui	oui	N/A
Acheteurs	non	non	oui	oui
Vendeurs	non	non	oui	oui

p<0.0001 : \*\*\* ; p<0.001 : \*\* ; p<0.01 : \*

- Le jour de la semaine
- Le type de transaction (enchère ou gré à gré)
- L'espèce
- Le mois
- la taille du lot
- L'identité du vendeur
- L'identité de l'acheteur

Nous faisons cette analyse pour toutes les espèces dans un premier temps. La première régression<sup>6</sup> (modèle 1) ne met pas en jeu de variables muettes autres que celle de la structure de marche utilisée (enchère ou négocié). Le second modèle vise à contrôler les dimensions temporelles ainsi que celle de la nature des biens mis en vente, Le troisième modèle ajoute en plus les identités des acheteurs et des vendeurs. Quant au dernier (modèle 4), il effectue la même régression, mais uniquement sur une espèce spécifique.

La variable expliquée est le prix par transaction.

Nous pouvons constater avec le modèle 1 que si nous ne prenons en compte ni l'identité des agents impliqués dans l'échange ni la date, nous trouvons un effet négatif sur les prix de

6. Nous utilisons des modèles à effets fixes, le test d'Hausman ayant rejeté dans tout les cas l'hypothèse nulle d'égalité des coefficients des deux estimations (fixes et aléatoires) (p<0.0001).

la part du marché d'enchères. Cela est cohérent avec les observations précédentes montrant que les poissons avec des prix au kilo élevés ont tendance à être plus vendus sur le marché négocié. L'effet négatif des quantités sur les prix était quand à lui attendu.

Avec le deuxième modèle nous ajoutons les jours de la semaine, les mois et les espèces comme variables explicatives. En effet les espèces ne sont pas vendues dans les mêmes quantités chaque mois du fait de la saisonnalité de la pêche, et nous avons observé précédemment un dérive hebdomadaire des prix. Nous contrôlons donc pour cet effet. Les résultats indiquent un effet significatif positif du marché d'enchère. Indiquant que pour une espèce donnée et un jour donné, les prix ont tendance à être plus élevés sur le marché d'enchère.

Néanmoins nous pourrions supposer que des agents prêts à payer plus cher, ou des vendeurs disposant de biens de meilleure qualité, se concentrent sur un des deux marchés. Nous ajoutons donc l'identité des acheteurs ainsi que celles des vendeurs aux variables explicatives dans le 3ème modèle. Nous observons que, loin de remettre en cause l'existence d'une influence de l'architecture de marché utilisée, cela renforce au contraire son importance.

Il est à noter que cet effet est forcément sous-estimé dans le modèle 3. En effet nous avons constaté précédemment que certaines espèces ont des prix en moyenne plus élevés sur le marché d'enchère. Le marché d'enchère a donc un effet positif sur le prix de certains biens, mais également un effet négatif pour d'autres, tendant à faire baisser le coefficient du marché d'enchère. Pour illustrer ceci nous effectuons une régression sur une unique espèce (la sole) qui est une espèce vendue plus chère en moyenne sur le marché négocié. Nous obtenons le résultat escompté : une influence négative du marché d'enchère sur le prix.

### **3.5.2 Le niveau individuel**

Afin de pouvoir comprendre les comportements individuels, l'analyse agrégée ne suffit pas. En effet nous avons des agents fortement hétérogènes, qui ont des stratégies pouvant s'opposer, disparaissant complètement à la vue d'un observateur qui ne regarderait le marché qu'à un niveau agrégé.

#### **3.5.2.1 Deux groupes de vendeurs aux stratégies bien différenciées**

La première et plus simple question que nous pouvons nous poser se trouve au niveau de la prise de décision des agents. Vont-ils plus sur un marché que sur l'autre, quelles sont les caractéristiques intrinsèques des agents préférant l'un ou l'autre des mécanismes.

La figure (3.30) montre le pourcentage de la quantité mise sur le marché négocié par deux pêcheurs (pris au hasard). Ce que nous pouvons constater est une claire hétérogénéité

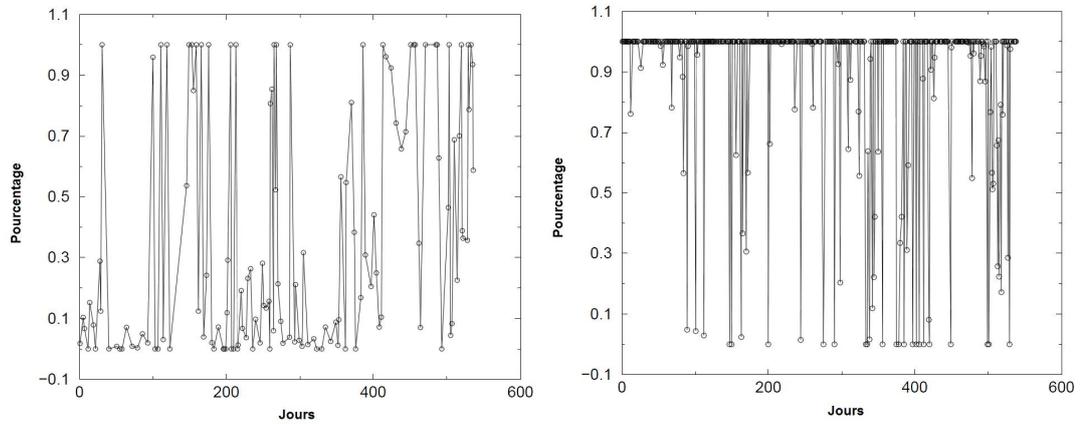


FIGURE 3.30 – Pourcentage de leur quantité de marchandise mise sur le marché négocié par les vendeurs 644073 (à gauche) et 87 (à droite).

au niveau des stratégies individuelles. Certains jouent plus souvent sur l'un ou l'autre marché, de manière plus ou moins marquée.

Afin de pouvoir visualiser cette hétérogénéité nous calculons, pour chaque vendeur, la probabilité individuelle de changer de marchés d'un jour à l'autre, et nous traçons la distribution de celles-ci.

Cette probabilité se définit comme suit :

$$PS_i = \frac{\sum D_{i,t}}{\sum P_{i,t}} \quad (3.8)$$

Avec  $P_{i,t} = 1$  si le vendeur est présent sur le marché le jour  $t$  (et 0 sinon).  
 $D_{i,t} = |C_{i,t} - C_{i,t+1}|$ .  
 $C_{i,t} = 1$  si le vendeur  $i$  vend plus de 50% sur le marché de gré à gré le jour  $t$  et 0 si il vend majoritairement sur les enchères.

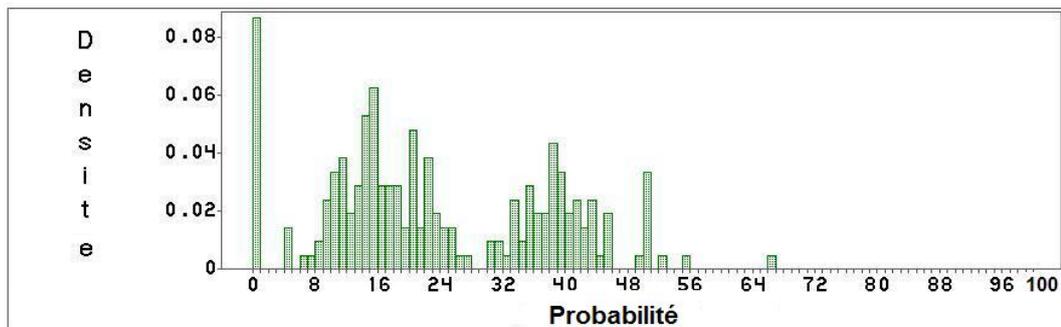


FIGURE 3.31 – Distribution de la probabilité de 'switcher' des vendeurs

La figure 3.31 représente la probabilité pour un vendeur de changer de mécanisme de vente d'un jour à l'autre. C'est-à-dire la probabilité pour lui de mettre la majorité de ses poissons sur un marché un jour, et sur l'autre marché à sa prochaine venue.

Nous pouvons observer deux modes dans la distribution. Deux groupes de vendeurs distincts, l'un ayant plus tendance à changer de marché que l'autre dont la stratégie est plus stable.

Cela laisse sous-entendre qu'il existe un groupe pour lequel l'état du marché à une influence plus importante que pour l'autre, les caractéristiques intrinsèques des vendeurs pouvant être considérées comme stables (ils ne changent pas de bateau tout les jours).

Nous essayons donc de mettre en relation cette probabilité avec certaines caractéristiques des navires. Tout d'abord la capacité de ceux-ci, soit le volume moyen qu'un navire ramène au port à chaque sortie (qui sera donc fortement corrélé a la nature même du type de bateau utilisé) avec la figure 3.32.

Nous constatons une relation positive forte entre ces deux valeurs. Signifiant que les navires capables de pêcher des volumes supérieurs auront plus tendance à changer de marché, que les navires de petites capacités qui eux seront plus fidèles à un mécanisme de vente.

Nous pouvons également mettre en relation cette probabilité avec leur mécanisme de vente 'favori', ou la nature des biens pêchés.

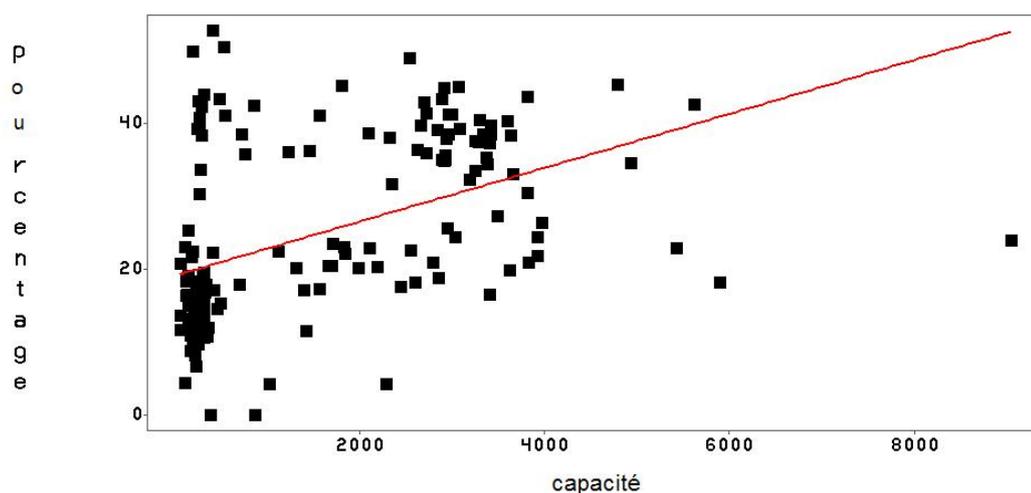


FIGURE 3.32 – Rapport entre la probabilité de changer de marché et la capacité du navire

Les figures 3.33 et 3.34 nous permettent de constater très clairement que les vendeurs ayant le plus tendance à passer d'un marché à l'autre sont les bateaux vendant moins sur le marché de gré à gré que sur le marché d'enchères.

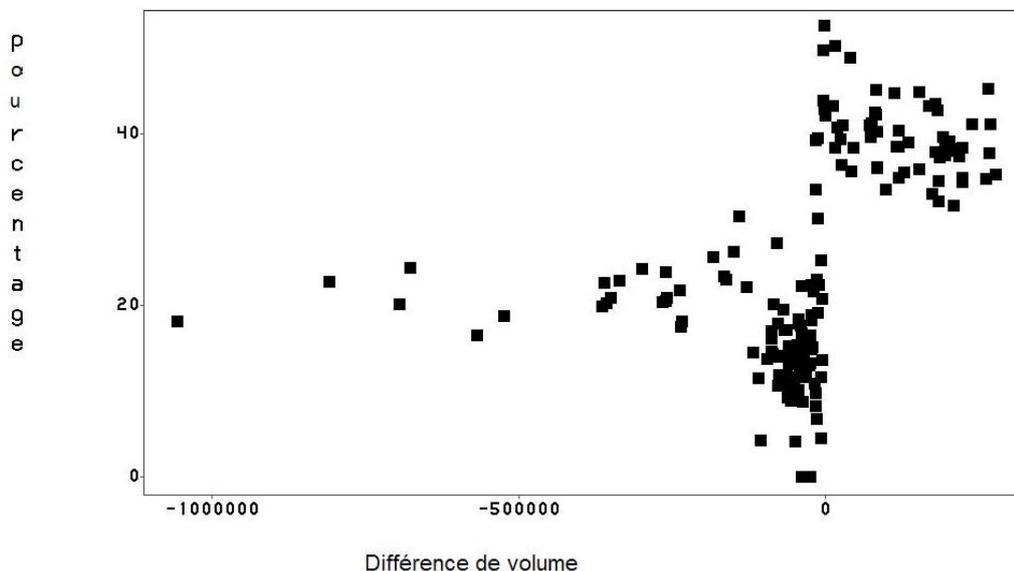


FIGURE 3.33 – Rapport entre la probabilité de 'switcher' des vendeurs et la différence de volume vendu sur chacun des sous-marchés (négocié-enchères)

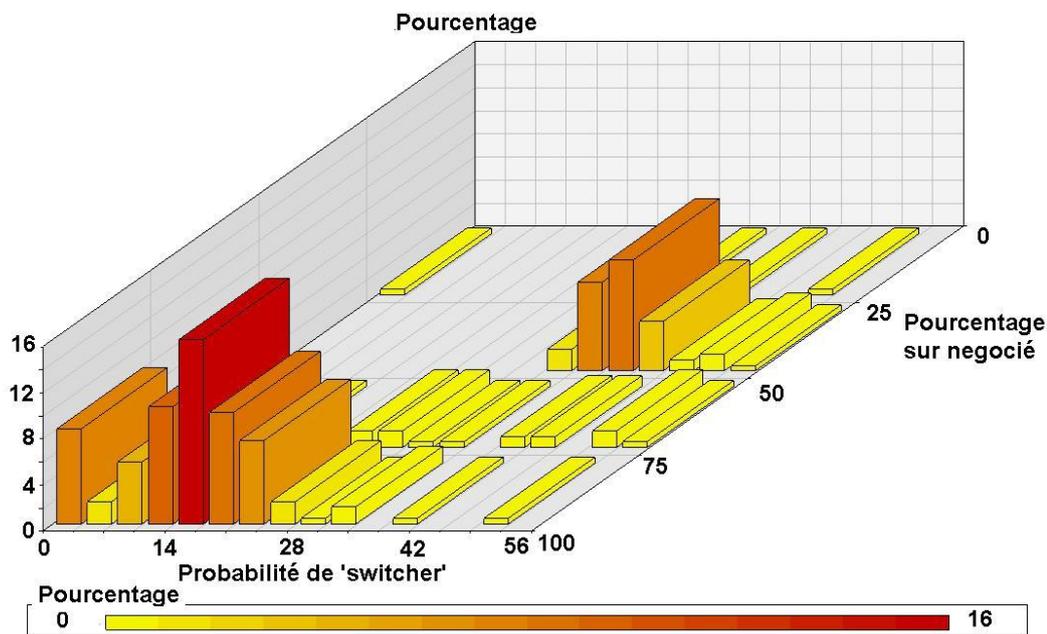


FIGURE 3.34 – distribution des probabilités de changer de marché en fonction de la proportion mise en vente sur le marché de gré à gré.

Nous avons vu que les navires de petite capacité ont tendance à se tourner vers la

	Type enchères	Type gré à gré
Quantité moyenne	35147	31025
Ecart type	7787	5430

TABLE 3.8 – Caractéristiques des deux types de biens.

'petite pêche', et que ceux vendant plus sur le marché négocié sont également les navires de petite capacité. De là nous en concluons que ce sont les navires de ce type de pêche qui sont les plus fidèles à leur mécanisme de vente, et les navires de pêche côtière sont quant à eux plus mobiles.

Nous pouvons supposer soit que l'avantage apporté par le marché négocié pour les vendeurs de petite pêche est plus important que celui apporté par le mécanisme d'enchère pour les navires de pêche côtière, soit que la petite pêche est moins sujette aux variations quotidiennes rendant cet avantage moins fluctuant.

Une indication pouvant aider à trancher entre ces deux possibilités est l'écart type des quantités pour chacun de ces deux types de bien. Nous allons considérer ces deux distributions de quantité, afin d'observer si l'une est plus stable que l'autre (Figure : 3.35).

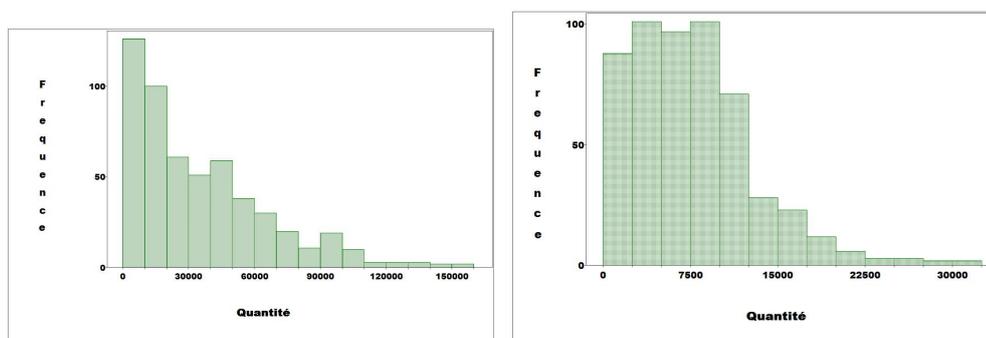


FIGURE 3.35 – Distribution des quantités quotidiennes de poissons tirant profit d'un des deux mécanismes de vente (d'enchères à gauche et du gré à gré à droite).

Comme nous pouvons le constater dans le tableau 3.8, l'écart type des quantités des espèces de poissons vendues plus cher aux enchères est égal à 89% de quantité moyenne. L'écart type des quantités des espèces de poissons vendues plus cher sur le marché de gré à gré est égal à 69% de la quantité moyenne.

Les quantités de poissons tirant profit du marché de gré à gré sont donc plus stables dans le temps, pouvant expliquer pourquoi les navires de petite pêche 'switchent' moins que

les autres. Mais rien ne prouve que cela soit le seul paramètre explicatif de cette différence dans la probabilité de changer de marché.

Nous pouvons donc nous attendre à trouver une plus forte relation entre quantité et prise de décision pour les bateaux de pêche côtière, relation qui sera beaucoup plus faible voir inexistante pour la petite pêche.

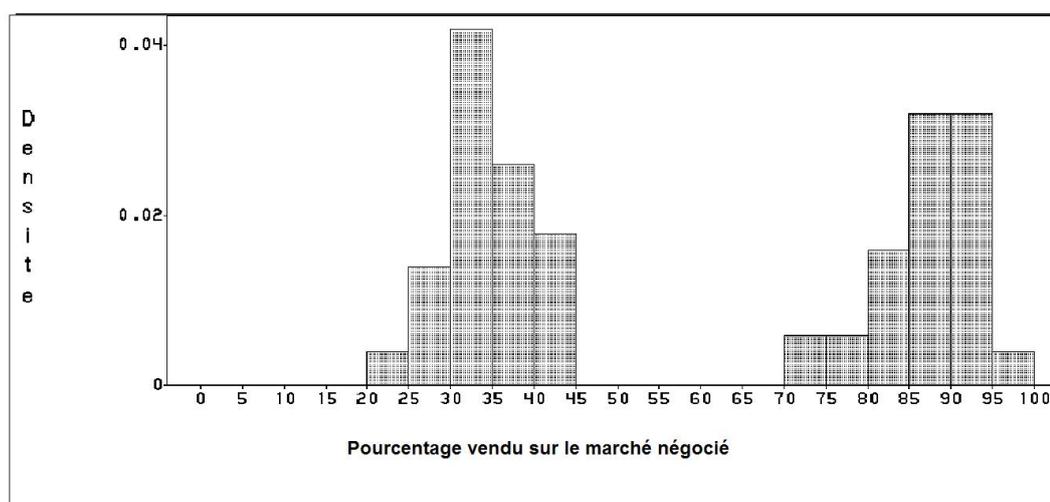


FIGURE 3.36 – **Le marché négocié** : distribution des quantités mises en ventes par les 100 plus gros vendeurs sur les deux marchés.

Le choix du mécanisme de vente semble donc être un outil stratégique pour les vendeurs. La figure 3.36 révèle que pour les principaux vendeurs du marché (en terme de quantités échangées), deux stratégies dominent. Une qui consiste à vendre très majoritairement sur le marché négocié, et une autre qui consiste à vendre principalement sur les enchères (55%) .

Un autre point à noter est que dans une journée les vendeurs divisent très rarement leur marchandise entre les deux mécanismes à leur disposition. Il ne recourent à cette possibilité qu'environ une fois sur dix. (Figure 3.37)

Deux groupes de vendeurs se distinguent nettement, la suite logique sera d'analyser le comportement de chacun de ces deux groupes de manière séparée, Mais auparavant nous menons une étude similaire pour les acheteurs.

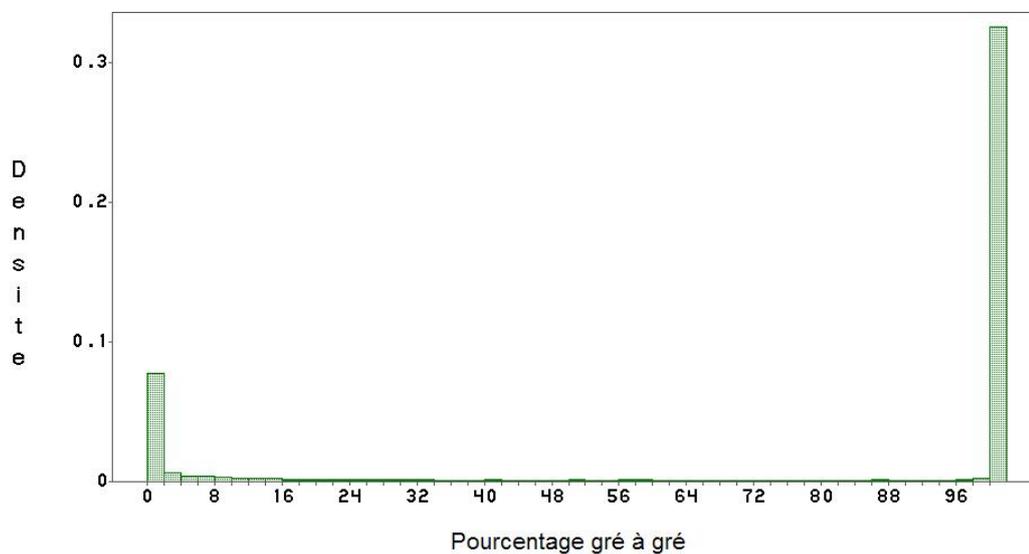


FIGURE 3.37 – distribution des proportions de marchandise mises en vente sur le marché de gré à gré par vendeur et par jour

### 3.5.2.2 Comportement des acheteurs

À présent nous nous concentrons sur les acheteurs et faisons une étude similaire. Le premier point à constater est que les acheteurs ont également comme caractéristique le fait de changer de marché d'un jour à l'autre.

Nous pouvons observer ceci en prenant un agent au hasard (3.38), ou en regardant la distribution de la probabilité de changer de marché pour tous les acheteurs (3.39).

Les différences avec les vendeurs sont de deux ordres. Premièrement nous ne pouvons pas aisément distinguer les acheteurs en différentes catégories. Ceux-ci semblent tous hétérogènes entre eux. Deuxièmement les acheteurs ont plus tendance à aller sur les deux marchés le même jour que les vendeurs.

Nous pouvons voir sur la figure 3.40 que si les acheteurs ont tendance à se concentrer sur un seul des deux marchés, la probabilité qu'ils visitent les deux un même jour est beaucoup plus élevée que pour les vendeurs (50% contre 10%).

Il est donc plus facile pour les acheteurs d'avoir recours aux deux marchés le même jour que pour les vendeurs, et la probabilité de changer de marché que nous calculons a donc moins de valeur pour les acheteurs. Il est intéressant de constater que le fait de recourir aux deux marchés un même jour pour un acheteur semble lié à la taille de celui-ci. Les acheteurs les plus importants en terme de quantité achetée ont une plus forte probabilité d'utiliser les deux marchés pour un jour donné. (Figure : 3.41)

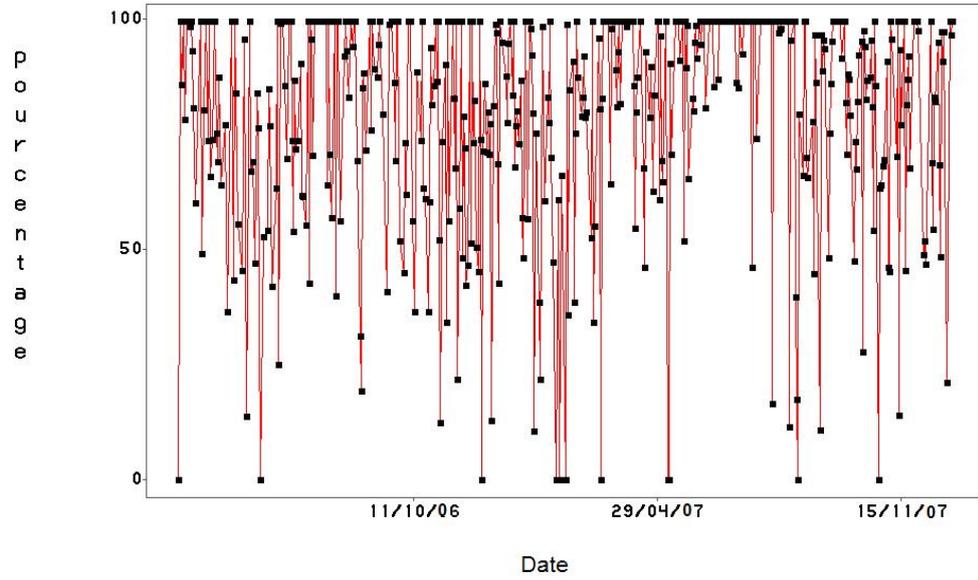


FIGURE 3.38 – Proportion quotidienne achetée sur le marché négocié pour un acheteur pris au hasard.

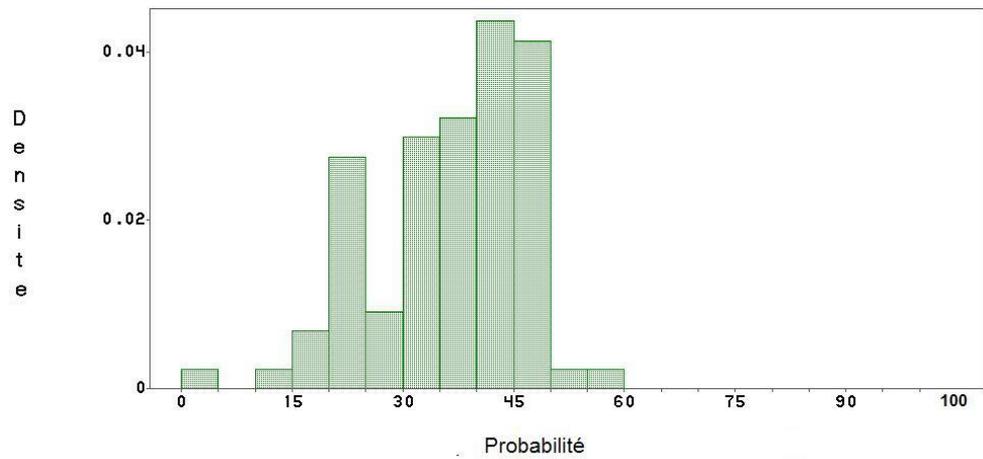


FIGURE 3.39 – Probabilité de passer d'un marché à l'autre pour les acheteurs

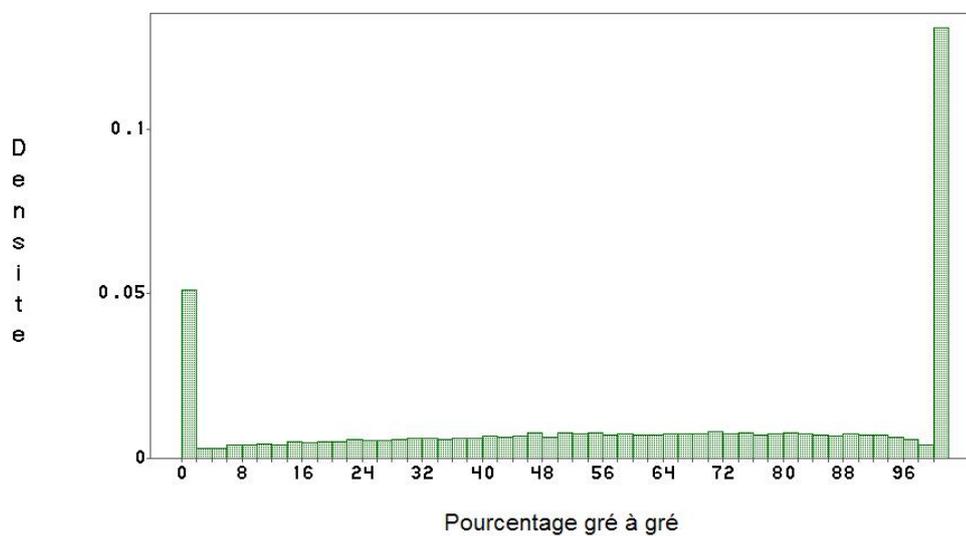


FIGURE 3.40 – Distribution des proportions achetées sur le marché de gré à gré par acheteur et par jour.

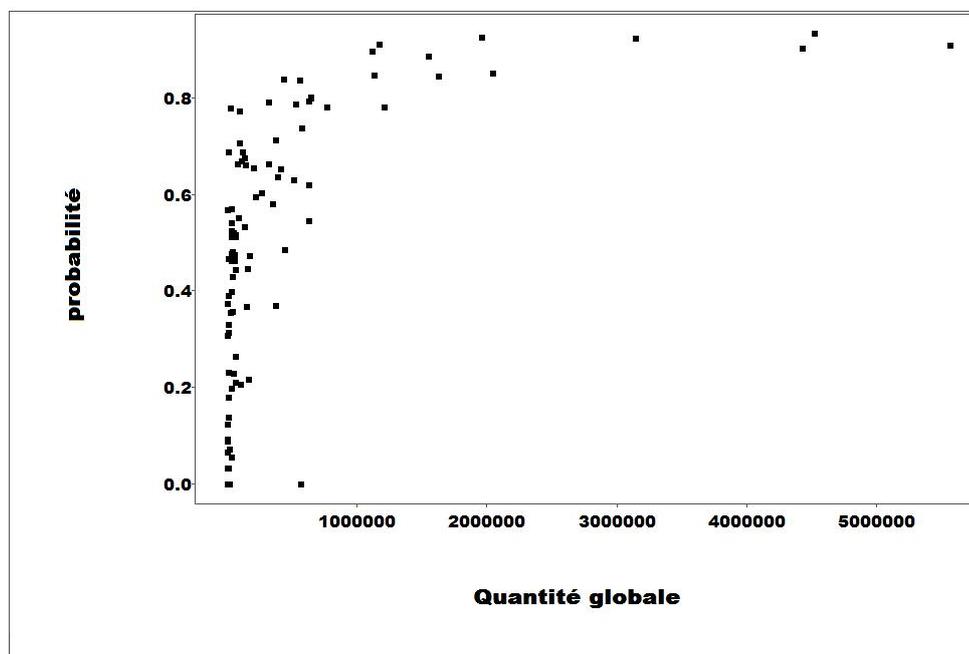


FIGURE 3.41 – Probabilité pour un acheteur d’aller sur les deux marchés un même jour en fonction de la quantité achetée sur la totalité de la période.

	Marché d'enchères	Marché négocié
<i>kurtosis</i>	9.7	11.9
<i>skewness</i>	2.33	2.67
<i>Mediane</i>	2.43	2.46
<i>Ecarttype</i>	1.06	1.39

TABLE 3.9 – Statistiques descriptives des vendeurs allant principalement sur les enchères

### 3.5.2.3 Distribution de prix pour les deux groupes de stratégies.

Nous avons montré qu'il existe deux groupes de vendeurs ayant chacun une stratégie différente. Il convient donc d'étudier plus en détail chacune d'entre elles, afin de voir quels sont leurs avantages et inconvénients respectifs, dans le but de comprendre pourquoi tel groupe de vendeur en tire un plus grand profit que l'autre.

Nous commençons par analyser la distribution des prix pour chacun de ces groupes.

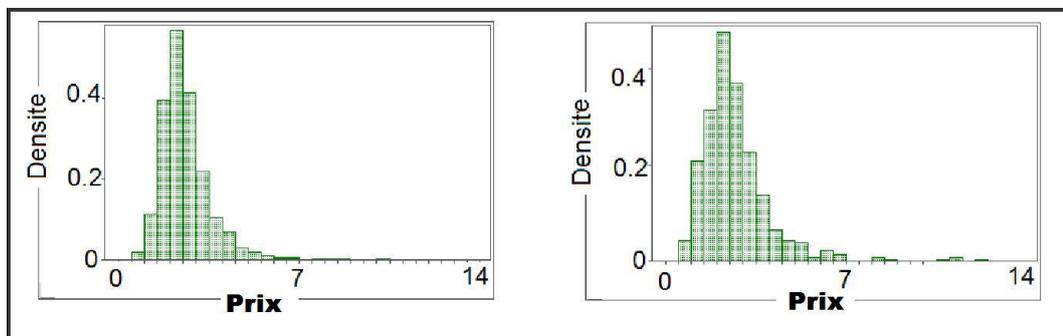


FIGURE 3.42 – Distribution des prix aux enchères (à gauche) et de gré à gré (à droite) pour les vendeurs allant préférentiellement sur les enchères.

Concernant le groupe allant principalement sur le marché d'enchères, nous pouvons observer que le prix médian (table 3.9) est sensiblement identique sur les deux sous-marchés (2.43 contre 2.46, différence de 1.2%). Cependant l'écart type est beaucoup plus faible aux enchères (1.06 contre 1.39, différence de 24%). Cela signifie une plus faible volatilité, et donc un risque plus faible pour les enchères. La décision d'aller sur le marché négocié serait pour eux plus risquée, rendant la décision d'aller sur le marché négocié une meilleure stratégie en général.

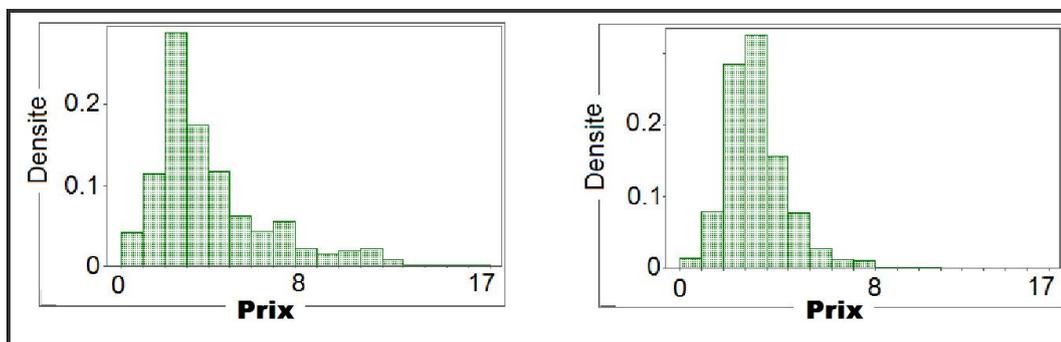


FIGURE 3.43 – Distribution des prix aux enchères (à gauche) et de gré à gré (à droite) pour les vendeurs allant préférentiellement sur le marché négocié

	Enchère	Gré à gré
<i>kurtosis</i>	2.02	4.0
<i>skewness</i>	1.45	1.39
<i>Mediane</i>	3.23	3.32
<i>Ecarttype</i>	2.76	1.46

TABLE 3.10 – Statistiques descriptives des vendeurs allant principalement sur le marché négocié

Concernant les vendeurs allant principalement sur le marché de gré à gré, nous pouvons voir dans le tableau 3.10 que le prix médian est plus élevé sur le marché négocié (3.32 contre 3.23, différence de 2.7%) et que de plus l'écart type des prix sur ce marché est plus faible. (1.46 contre 2.76, différence de 89%). Permettant des prix légèrement plus élevés en moyenne tout en assurant une prise de risques plus faible, le marché négocié apparaît clairement ici comme plus intéressant pour cette catégorie de vendeurs.

Les résultats nous montrent que les comportements des agents sont rationnels. Ceux-ci ont tendance à aller sur le marché qui semble le plus avantageux pour eux, et plus l'avantage est important plus leur probabilité de recourir à ce mécanisme l'est elle aussi. Cela se constate en comparant la probabilité d'aller sur les enchères du premier groupe. Celle-ci est plus faible que la probabilité d'aller sur le marché négocié du second groupe, pour qui le bénéfice de ce marché semble plus important que celui du marché d'enchère du premier groupe.

La notion d'information jouant un rôle capital dans la prise de décision nous cherchons à présent à savoir si le choix d'un marché au niveau individuel est corrélé à la qualité de

l'information dont dispose l'agent.

### 3.5.2.4 Le rôle de l'information

Dans cette optique la variable proxy que nous utilisons pour estimer la qualité de l'information est la fréquence de présence sur le marché. nous supposons que plus un agent est présent sur le marché, plus l'information dont il dispose sera de bonne qualité.

**Du point de vue des vendeurs :**

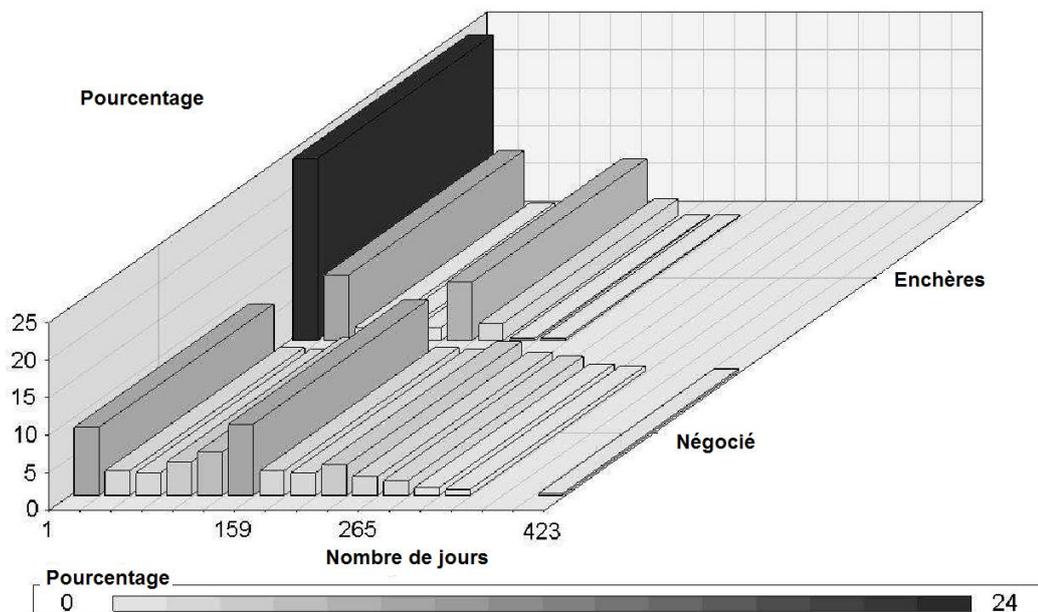


FIGURE 3.44 – **Fréquence de la présence des vendeurs sur chaque marché** : nombre de fois qu'ils sont présent sur la totalité de la période considérée

Quand nous regardons les vendeurs en terme de présence sur les deux sous-marchés, la première chose qui peut être observée est qu'il y a plus de vendeurs jouant rarement sur le marché des enchères que sur le marché négocié. Cela pourrait indiquer un besoin de venir souvent sur le négocié afin d'y être efficace, l'information étant plus difficile à obtenir que sur des enchères. Ce fait serait en adéquation avec plusieurs articles de littérature financière expliquant que les enchères sont plus efficaces pour des agents peu informés.

Cela signifierait donc que les vendeurs faisant des sorties plus fréquentes (petite pêche) auraient plus tendance à vendre sur le marché négocié, que ceux pratiquant la pêche côtière.

Ceci se vérifie en comparant le type de pêche avec le choix de marché. Nous nous rappelons que les bateaux pratiquant la petite pêche vendent plus sur le négocié. Cependant, comme vu précédemment, ils n'ont pas de stratégies différentes pour leurs différentes espèces de poissons, ils ne divisent pas leur marchandise (3.37).

Leur stratégie de vente globale est dictée par leur principal type de poisson pêché.

Cela signifie donc que les vendeurs ont une stratégie visant à optimiser le prix d'un panier de bien et non pas le prix de chacun des biens pris séparément.

Par exemple, un vendeur vendant 80% de ses espèces de poisson tirant profit du marché de gré à gré sur un marché, vendra grosso modo le même pourcentage de ses espèces tirant profit du marché d'enchères sur ce même marché.

Le type de poisson pêché dépendant principalement du navire de pêche utilisé, nous pouvons conclure que leur stratégie est directement influencée par leur type de bateau. (Ce qui n'a rien de surprenant en soit.)

Il semblerait logique que les quantités pêchées soient également fortement liées à l'équipement du navire. Nous allons donc chercher à classifier nos vendeurs par la quantité de marchandise qu'ils ramènent.

#### Du point de vue des acheteurs :

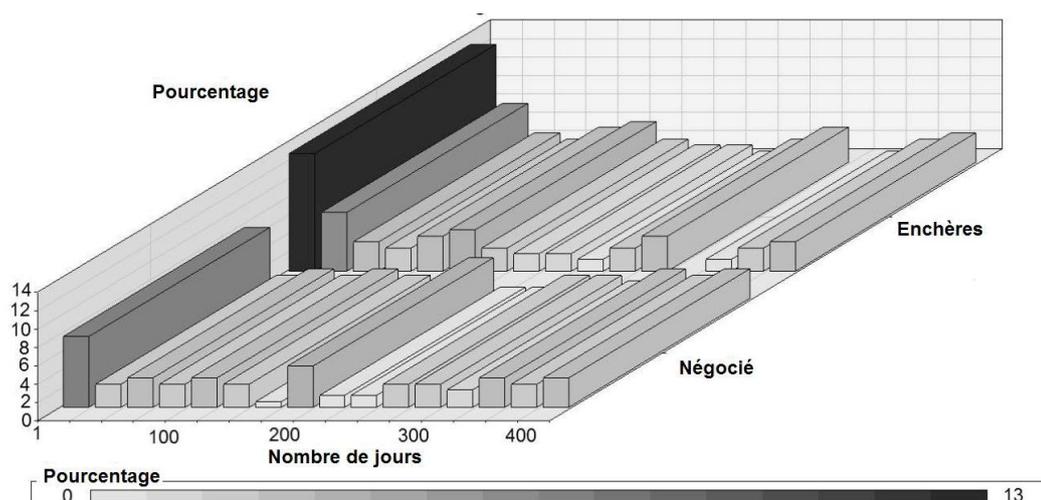


FIGURE 3.45 – **Fréquence de la présence des acheteurs sur chaque marché** : nombre de fois qu'ils sont présent sur la totalité de la période considérée

Nous retrouvons ici un phénomène similaire à celui des vendeurs, mais de manière moins

marquée. Ceci est cohérent avec le fait qu'il est plus facile pour un acheteur de passer d'un marché à l'autre, voire d'aller sur les deux le même jour.

### 3.5.2.5 Quantité moyenne par sortie

Nous classons les bateaux de pêche par volume pêché pour repérer facilement les groupes de bateaux correspondant à chaque sorte de pêche, la pêche côtière permettant de ramener des volumes plus importants.

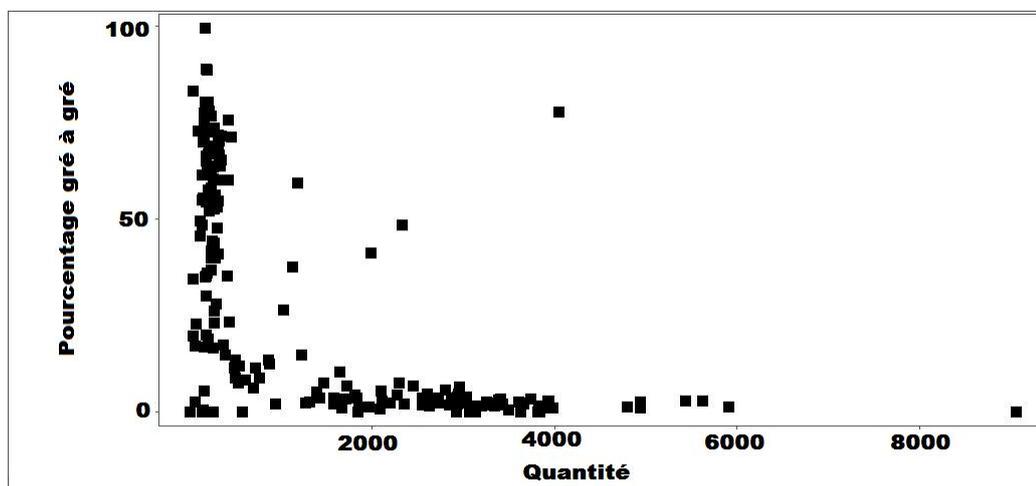


FIGURE 3.46 – Pourcentage du volume pêché vendu sur le marché négocié en fonction du volume moyen de chaque pêche

Nous illustrons ce propos dans la figure 3.46 en observant la relation entre la proportion du volume pêché vendu par le navire sur le marché négocié, et la quantité moyenne de poisson qu'il ramène au port à chaque sortie.

Comme prévu nous voyons une très forte relation entre les deux. Ceux pêchant des petits volumes sont ceux vendant le plus sur le marché négocié.

La majorité des bateaux ne correspondant pas a ce résultat sont principalement des navires qui ne sont venues que quelques rares fois à Boulogne-sur-Mer pour la période considérée, ne fournissant de ce fait pas de valeurs significatives.

Nous pouvons à présent nous concentrer sur la prise de décision des vendeurs, pour chacun des deux groupes.

### 3.5.2.6 Relation entre quantité et décision

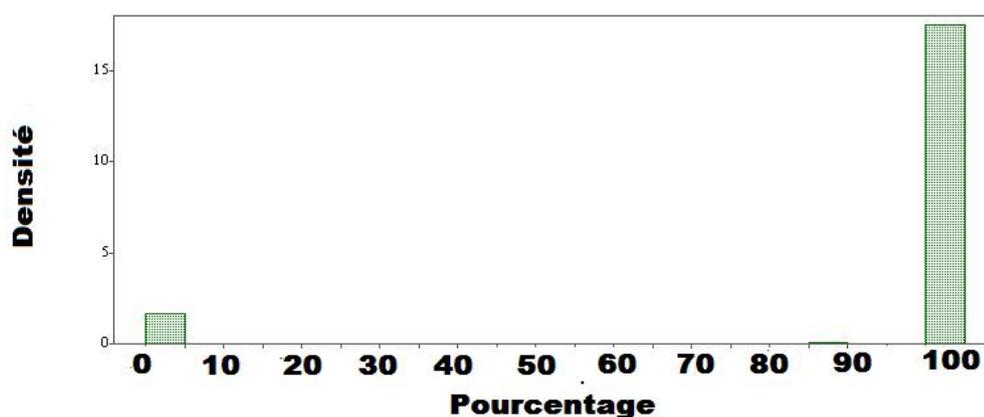


FIGURE 3.47 – distribution des proportions des quantités de poisson de mis en vente sur le marché négocié par chacun des bateaux de petite pêche

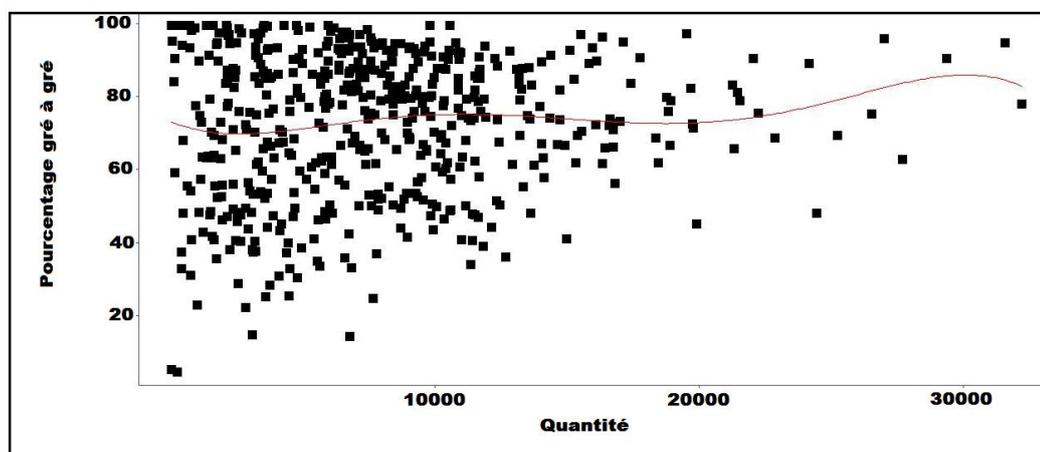


FIGURE 3.48 – Rapport entre quantité mise en vente et proportion sur le marché négocié des espèces de poissons vendues plus cher sur le marché négocié

Les bateaux de petite pêche vendent principalement sur le marché de gré à gré comme vu précédemment. Ils ne partagent presque jamais leur production entre les deux marchés (voir : 3.47). Chaque bateau vend la totalité de sa pêche soit sur le marché négocié (souvent), soit sur les enchères (rarement).

On ne trouve pas de relation claire entre la proportion de leur pêche qu'ils mettent en vente sur le marché négocié, et la quantité globale de poissons de même type mise en vente sur le marché dans sa globalité. Le coefficient de corrélation de Pearson entre ces deux variables n'est que de 0.089.

Ceci peut laisser penser que les poissons qu'ils pêchent sont suffisamment "rares" pour pouvoir trouver aisément preneur.

La raison pour laquelle ceux-ci vont de temps en temps sur le marché d'enchère est peu claire, et vient sans doute d'une absence de leurs acheteurs réguliers.

La prise de décision des vendeurs du second groupe est en tout point différente.

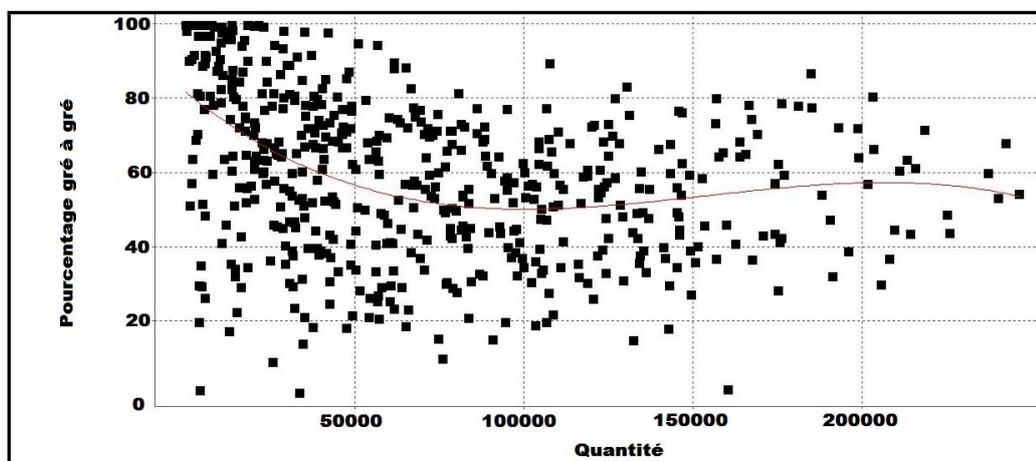


FIGURE 3.49 – Rapport entre quantité globale mise en vente et proportion sur le marché négocié des autres espèces de poissons.

Ce comportement ne se retrouve pas pour les espèces pêchées par les autres navires. Alors que le choix du marché négocié semble plus intéressant les jours où la pêche a été maigre (80% environ de ces poissons vendus sur le négocié), les jours de grande pêche nous tombons aux alentours de 50% vendus sur chacun des marchés. Ce qui signifierait que le choix entre les deux marchés n'a que peu d'importance dans ce cas de figure. Nous supposons que l'avantage apporté par le marché d'enchère continuerait à augmenter avec les quantités, aboutissant à des quantités très majoritaires sur le marché d'enchères, mais l'absence de données ne nous permet pas de l'affirmer de manière tranchée.

### 3.5.2.7 Coût de division : le prix de l'utilisation des deux mécanismes un même jour.

Dans cette section nous nous penchons sur la question suivante : Quel est le coût pour les agents à aller sur les deux sous-marchés un même jour. C'est-à-dire le coût pour les vendeurs de diviser leur marchandise, et pour les acheteurs de visiter les deux marchés.

Cette question semble pertinente au vu de la distribution des proportions des quantités mises en vente par chaque vendeur chaque jour. Celle-ci nous montre que les navires

mettent en vente presque tout le temps 100% de leur marchandise sur l'un ou l'autre un des deux sous-marchés, les productions ne sont que rarement divisées. Un phénomène semblable peut être observé coté acheteurs, mais de manière moins marquée.

Cela montre qu'il existe un coût différent pour les acheteurs et pour les vendeurs à aller sur les deux sous-marché le même jour. Afin de calculer celui-ci, nous calculons le revenu optimal que le vendeur aurait pût faire en divisant sa production, ainsi que le coût minimal qu'un acheteur aurait pu payer en allant sur les deux marchés.

### Du côté des vendeurs :

Nous calculons la différence entre l'optimum et la valeur observée empiriquement, cela nous fournit le coût recherché. Nous exprimons celui-ci en pourcentage de perte par rapport au profit optimal pour les vendeurs, et en pourcentage de perte par rapport au coût minimal pour les acheteurs.

La valeur optimale quotidienne de chaque vendeur  $i$  est notée  $Vo_{i,t}$ .

$$Vo_{i,t} = \sum Q_{e,i,t} * PM_{e,t} \quad (3.9)$$

Avec  $Q_{e,i,t}$  la quantité de l'espèce  $e$  que le vendeur  $i$  met en vente le jour  $t$ .  $PM_{e,t}$  est le maximum de  $PE_{e,t}$  et  $PN_{e,t}$ . ( $PE_{e,t}$  est le prix pour l'espèce  $e$  le jour  $t$  sur le marché d'enchères, et  $PN_{e,t}$  sur le marché de gré à gré).

Le montant gagné réellement par le vendeur  $i$  le jour  $t$  est noté  $V_{i,t}$ .

Nous obtenons donc la valeur de perte quotidienne et individuelle ( $L_{i,t}$ ) suivante :

$$L_{i,t} = Vo_{i,t} - V_{i,t} \quad (3.10)$$

Le pourcentage de perte  $PL_{i,t}$  est donc :

$$PL_{i,t} = \frac{100 * V_{i,t}}{Vo_{i,t}} \quad (3.11)$$

Les résultats obtenus sont les suivants.

Il existe bel est bien (fig : 3.50) une perte quotidienne importante (13% de la valeur de la marchandise en moyenne) dûe au fait de ne pas visiter les deux marchés chaque jour.

7

Si nous agrégeons les jours en faisant la somme des pertes quotidienne (fig : 3.52), nous pouvons constater une perte moyenne de 15%, avec des vendeurs ayant des pertes extrêmement importantes par rapport au revenu optimal (pertes supérieures à 40%). Cet effet existe même pour les vendeurs les plus importants (en terme de profits) 3.51.

---

7. Cet effet est probablement surévalué ici du fait de l'absence de prise en compte de la variation de prix qui serait engendrée par les modifications de quantités sur les deux sous-marchés.

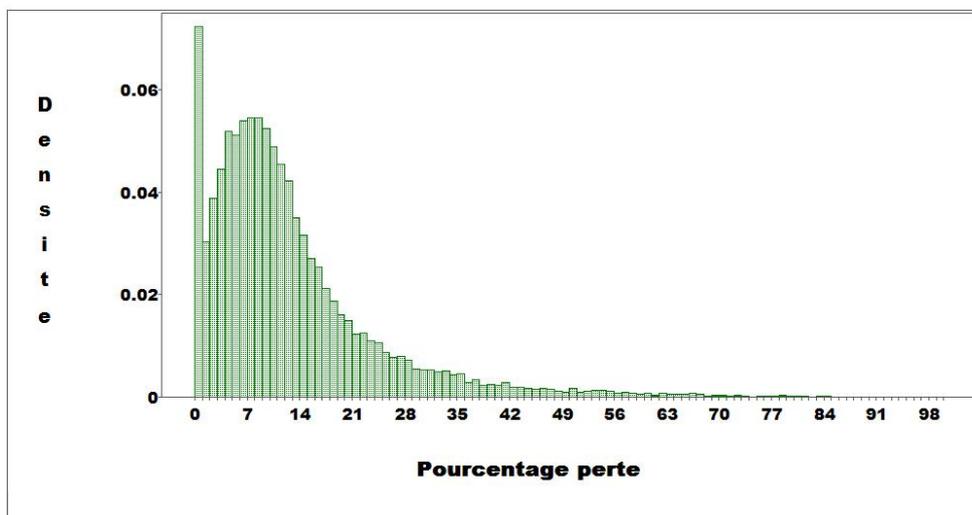


FIGURE 3.50 – Pertes quotidiennes et individuelles dues au coût de division de la production (vendeurs)

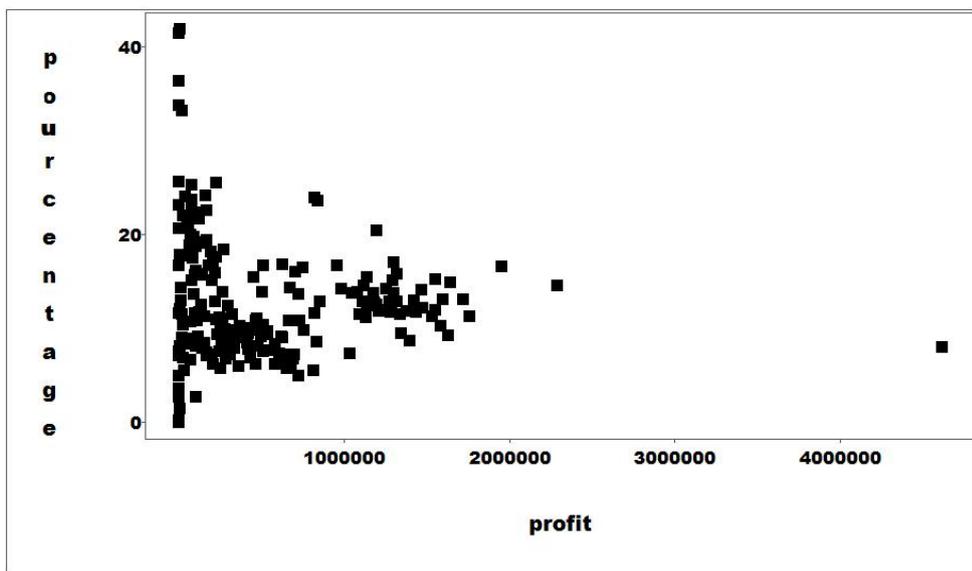


FIGURE 3.51 – Rapport entre les profits et les pourcentages de pertes individuelles

Une rapide observation nous permet de constater que ces navires sont soit des vendeurs ayant vendus des quantités infimes de produits (la valeur ne peut être considérée comme significative), soit des navires étrangers (indiqué comme tels dans la base de données), n'ayant probablement pas la possibilité de vendre aussi cher sur le marché négocié, ne disposant pas des relations sociales nécessaires. Ils sont donc contraints de vendre aux

enchères des poissons se vendant mieux sur le marché négocié, ou d'aller sur le marché négocié malgré tout, sachant qu'ils ne pourront bénéficier des effets de fidélité. Dans tous les cas ceux-ci seront perdants par rapport à un vendeur bien introduit sur le marché.

Nous pouvons donc considérer que le choix du marché est un choix binaire pour les vendeurs. Soit aller sur le marché de gré à gré, soit aller sur le marché d'enchères, les coûts à diviser la marchandise rendant tout autre option peu intéressante. La stratégie des vendeurs qui peut sembler sous optimale s'explique si l'on suppose qu'il existe des rigidités sur le marché.

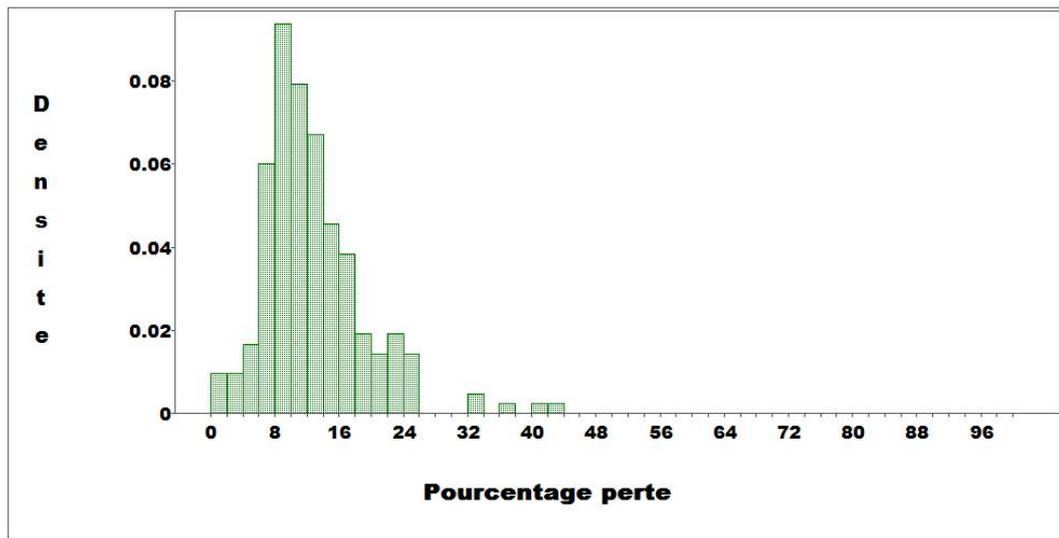


FIGURE 3.52 – Pertes individuelles des vendeurs sur la totalité de la période dues au coût de division de la production

#### Du côté des acheteurs :

Concernant les acheteurs, nous calculons la différence entre le prix effectivement payé par chaque acheteur chaque jour et le prix minimum qu'ils auraient pu payer en visitant les deux marchés. Les valeurs obtenues pour les acheteurs ne peuvent donc être directement comparées à celles des vendeurs. En effet un vendeur ne peut pas essayer de pertes supérieures à 100% de la valeur de sa production (si celui-ci vendait à un prix nul), alors qu'un acheteur peut tout à fait acheter un produit à plus du double du prix minimum de celui-ci. Ce que nous traduirions par une perte (ou surcoût)  $L_{j,t}$  de plus de 100%, celle-ci étant exprimée en fonction du prix minimal  $P_{minj,t}$ .

$$V_{o_{j,t}} = \sum Q_{e,j,t} * P_{Min_{e,t}} \quad (3.12)$$

Avec  $Q_{e,j,t}$  la quantité de poisson de l'espèce  $e$  achetée par l'acheteur  $j$  le jour  $t$ , et

$Pmin_{e,t}$  le minimum entre  $PE_{e,t}$  et  $PN_{e,t}$ .

Le montant payé réellement par l'acheteur  $j$  le jour  $t$  est noté  $V_{j,t}$ .  
 Nous obtenons donc la valeur de perte quotidienne et individuelle ( $L_{j,t}$ ) suivante :

$$L_{i,t} = V_{i,t} - V_{0i,t} \quad (3.13)$$

Le pourcentage de perte  $PL_{i,t}$  est donc :

$$PL_{i,t} = \frac{100 * V_{i,t}}{V_{0i,t}} \quad (3.14)$$

Les surcoûts quotidiens (Fig : 3.53) sont en moyenne de 23%, s'étalant entre 0% et 1000%. Mais comme nous pouvons le constater sur la figure 3.55, les valeurs les plus importantes concernent des acheteurs s'étant procuré de petites quantités de poissons, rendant ces valeurs peu significatives. Les acheteurs importants ont des pertes très faibles, visitant souvent les deux marchés le même jour.

Si nous observons les pertes pour la totalité de la période (Fig : 3.54, les pertes sont en moyenne de 20%.

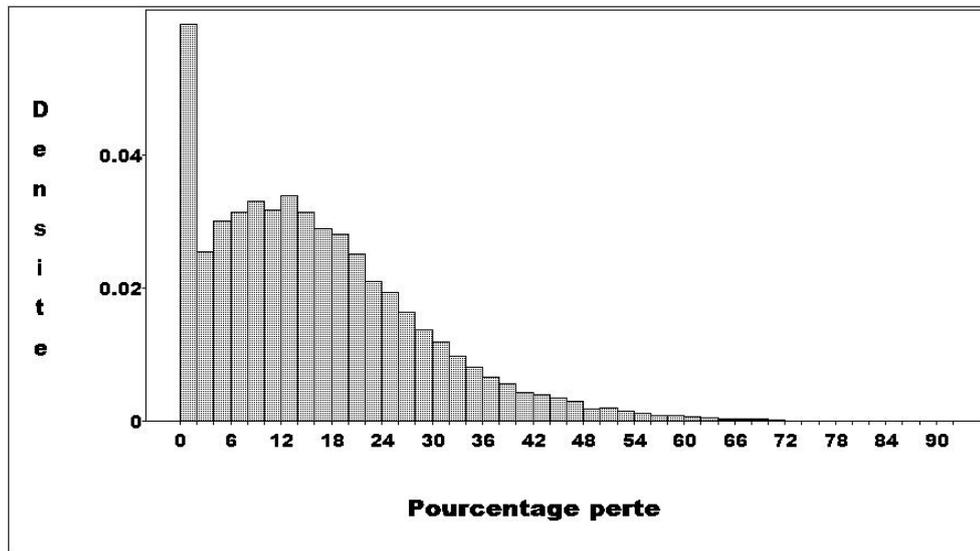


FIGURE 3.53 – Distribution des pertes quotidiennes et individuelles dues au coût de visite des deux marchés (acheteurs). Le grand nombre de jours où les pertes individuelles sont nulles s'expliquent par l'existence de jours où les quantités achetées par acheteur sont faibles.

Il semblerait donc que cette prise de décision dépende (si on ôte les paramètres temporels comme le jour de la semaine ou le mois qui seront corrélés avec les quantités globales et

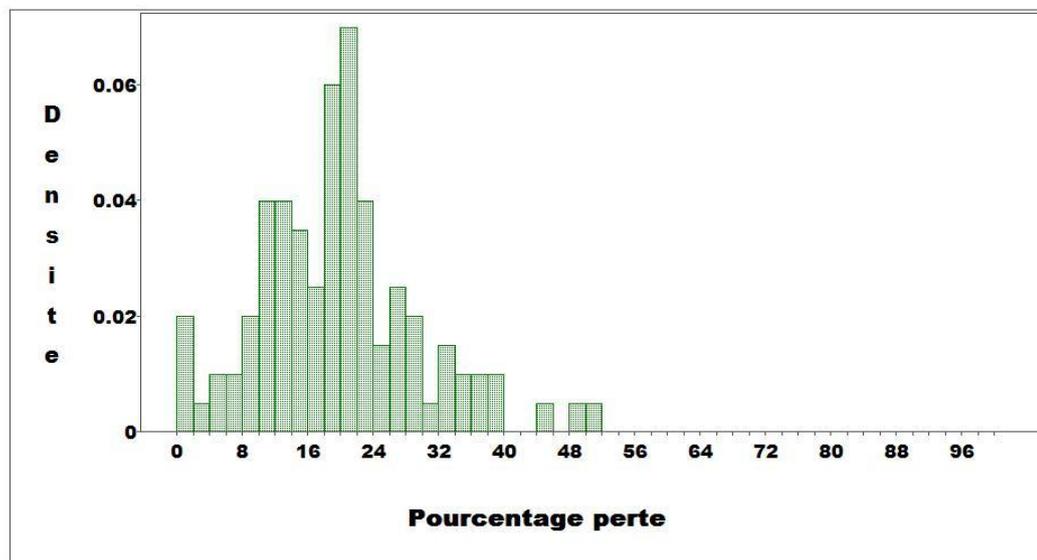


FIGURE 3.54 – Distribution des pertes individuelles des acheteurs sur la totalité de la période dues au coût de visite des marchés.

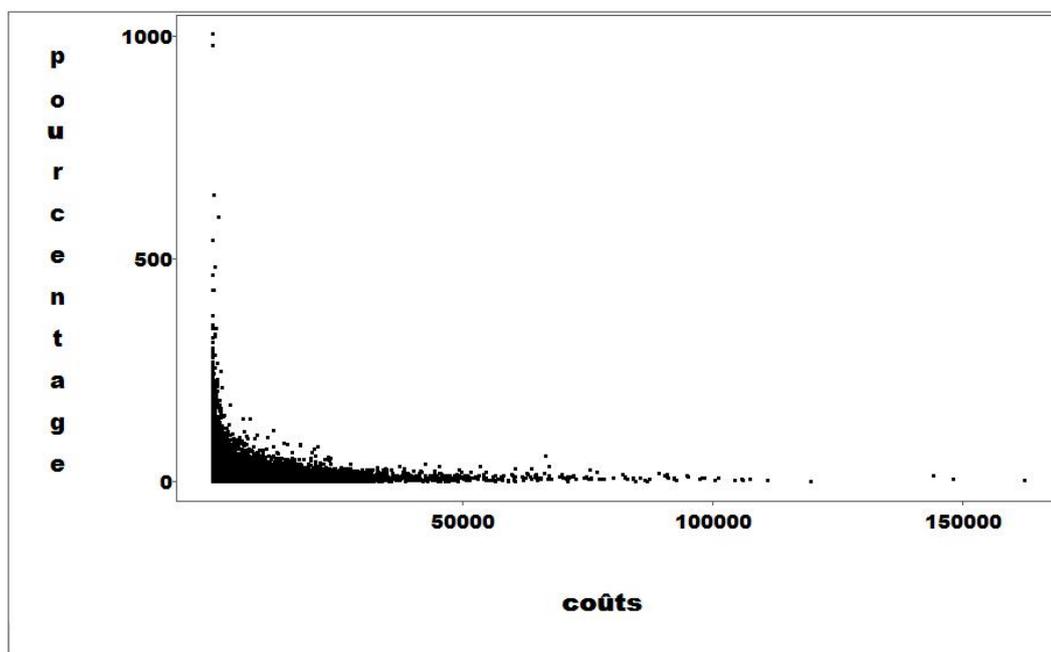


FIGURE 3.55 – Pourcentage de perte par acheteur, en fonction des coûts individuels.

espèces pêchés) des paramètres suivant : la nature des biens pêchés, les quantités globales mises en vente et la fréquence de présence.

Nous allons procéder à une analyse économétrique simple afin de confirmer ce fait.

### 3.5.2.8 Modèle économétrique de la prise de décision

Nous avons pu constater dans les données que les principaux paramètres semblant influencer sur la prise de décisions des vendeurs sont :

- la nature des biens pêchés (dictée par le matériel utilisé). Nous utilisons la capacité du navire comme proxy de la nature des biens. C'est-à-dire la quantité totale pêchée divisée par le nombre de sorties, les bateaux de faible ou de grande capacité étant spécialisés dans un type de pêche.
- l'état du marché (quantité globale de biens mis en vente par les autres acheteurs)
- Le nombre de présences du vendeur sur la période.

À cela, nous ajoutons dans le modèle 1 le jour de la semaine et le mois afin de retirer les effets saisonniers et hebdomadaires. Dans le modèle 2 nous ajoutons le nombre d'acheteurs et d'espèces présentes chaque jour.

Pour confirmer ces résultats et les synthétiser nous allons utiliser un modèle Probit <sup>8</sup>

L'utilisation de ce modèle nous permet de démontrer que :

- Plus la capacité d'un navire est grande, plus celui-ci aura tendance à aller aux enchères.
- La quantité globale à une influence sur la prise de décision. Lorsque les quantités globales sont importantes, les vendeurs ont plus tendance à aller sur le marché d'enchères.
- Le nombre de présence, et donc les relations et l'information, influence la décision. Les plus présents ont plus tendance à aller sur le marché de gré à gré
- sans surprise, le mois, et donc la nature et volume des différentes espèces mises en vente à une grande importance.
- Certains jours de la semaine semblent plus propices à l'un ou l'autre mécanisme. Phénomène probablement lié à la durée de sortie de certains navires et la venue d'acheteurs à intervalles réguliers.
- Ajouter le nombre d'espèces et d'acheteurs quotidiens fait disparaître l'effet hebdomadaire. Cela nous permet de penser que cet effet est dû à la présence régulière d'un certain nombre d'acheteurs à certains jours.

---

8. Dans un modèle Probit l'ordre de grandeur des coefficients n'a, en lui-même, que peu d'importance. Seuls comptent le signe des coefficients et les valeurs relatives des coefficients, expliquant la prise de décision en fonction des différents paramètres sus-cités.

. La probabilité modélisée est celle d'aller sur le marché d'enchères ou non pour le vendeur, la décision étant considérée comme binaire.

TABLE 3.11 – Variable expliquée : Décision d’aller sur le marché d’enchères.

Variable	Modèle 1	Modèle 2
Intercept	-2.1872***	-1.8661***
Log quantité globale	0.1283***	0.0793**
capacité	0.000219**	0.000220***
nombre de présences	-0.00153***	-0.00154***
nombre d’acheteurs		0.00315
nombre d’espèces		0.00554*
janvier	0.1636***	0.1650***
février	0.2564***	0.2546***
mars	0.1161*	0.1004*
avril	0.1184***	0.1071***
, mai	0.0999**	0.0936**
juin	-0.1408***	-0.1543***
juillet	-0.2346***	-0.2492***
août	-0.2782***	-0.2630***
septembre	-0.0249	-0.0110
octobre	0.0462*	0.0567**
novembre	-0.1325***	-0.1261***
mardi	0.1435***	0.00182
mercredi	0.1975***	0.0474**
jeudi	0.1611***	0.0298
vendredi	0.1102*	-0.0254
samedi	-0.8051***	0.00305

La prise de décision comporte donc une composante individuelle, fonction des caractéristiques intrinsèques des agents (capacité, nombre de présences), mais également de variables contextuelles (mois, jour) et de l'influence des autres agents (nombre d'acheteurs présents, quantité quotidienne).

## 3.6 Conclusion

Tout au long de cette étude empirique, nous avons pu constater que la coexistence des deux mécanismes de vente est bel et bien stable, et que chacun de ces deux systèmes possède un avantage qui lui est propre. Nous avons observé des distributions de prix différentes pour deux groupes de vendeurs. Chacun de ces groupes ayant un marché plus profitable que l'autre. Nous avons donc des sous-marchés avantageant plus certains types de biens, dans différents états du marché. Ici, le marché d'enchère devient plus intéressant quand les quantités mises en vente augmentent. Cela peut laisser supposer que ce mécanisme de vente est plus efficace que le marché de gré à gré, dans le sens où il permet de confronter l'offre et la demande plus rapidement et avec moins de marge d'erreur. D'autre part, le mécanisme de marché de gré à gré semble plus intéressant lorsque la notion de rareté entre en considération. Les biens rares sont vendus plus cher au gré à gré qu'aux enchères et plus les quantités disponibles diminuent plus la propension des agents à aller sur celui-ci augmente. Cela suggère que certains acheteurs sont prêts à payer plus cher afin de diminuer le risque de ne pas disposer de suffisamment de marchandises pour satisfaire leur demande.

Nous avons également pu déterminer les principales variables explicatives du comportement des agents sur le marché, en l'occurrence les types de poissons pêchés, la quantité globale mise en vente quotidiennement, ainsi que l'information dont ils disposent. Le tout étant bien sûr lié directement aux avantages respectifs des deux sous-marchés.

Cependant, l'aspect social du marché semble non négligeable, et s'illustre bien à travers l'exemple des navires étrangers n'arrivant pas à obtenir des prix de vente similaires à ceux de leurs alter ego français.

Une analyse de réseaux sociaux influençant le marché, à la fois du point de vue des prix, de l'attribution des ressources ou de la prise de décision, nous semble donc primordiale, et fait l'objet de notre prochain chapitre.

## 4 Réseaux

## 4.1 Introduction

Comme nous avons pu le constater dans le chapitre précédent, les agents semblent influencés par les autres agents présents sur le marché. Nous nous demandons si le choix d'un vendeur par un acheteur, et réciproquement, est aléatoire. De plus, ce choix n'a sans doute pas la même importance et ne suit pas la même logique suivant que nous soyons sur un marché d'enchères ou un marché de gré à gré. Nous voulons également étudier l'influence de ces relations sociales sur le mécanisme de formation des prix

Nous nous proposons ici d'étudier ces liens entre agents économiques à l'aide des outils d'analyse des réseaux sociaux, afin de mettre en évidence la structure de ces réseaux d'échange.

Nous commençons par une analyse des liens sociaux existants entre agents d'un même type, afin d'observer s'il existe une forme de coordination dans la prise de décision, ou l'existence de leaders qui influencerait le choix des autres agents.

Nous constatons dans ce qui suit l'existence d'une forme de coordination très forte de la part des vendeurs, dont les individus aux caractéristiques intrinsèques proches ont tendance à prendre simultanément les mêmes décisions. Phénomène que nous ne retrouvons pas parmi les acheteurs, qui eux ne semblent pas former de communautés.

Puis, dans un deuxième temps, nous étudions les relations entre agents de types différents, soit les relations acheteurs/vendeurs. Afin de conserver des graphes homogènes nous utilisons ici des projections du graphe biparti global afin de ne conserver soit que des acheteurs, soit que des vendeurs sur nos graphes. Un lien entre deux sommets d'une même classe est créé si ceux-ci sont reliés via l'intermédiaire d'un ou de plusieurs voisins de l'autre classe.

Nos résultats montrent que les caractéristiques de ces réseaux dépendent de la structure du marché considéré. Le choix d'un acheteur par un vendeur est aléatoire sur le marché d'enchères, alors que ce choix est stratégique sur le marché négocié. Mais plus important nous montrons que ces relations sociales ont une influence sur les prix, en étudiant l'effet de la centralité des agents sur les prix de leurs transactions.

## 4.2 Littérature

Par le passé, la théorie économique s'est contentée de considérer les marchés comme un ensemble de relations économiques dans lesquelles les caractéristiques et les comportements individuels ne sont pas pris en compte. Les acteurs sont considérés comme anonymes, et l'influence des différentes formes d'interactions sociales est purement et simplement ignorée.

Comme le notent les auteurs de l'article Weisbuch et al. (2000), dans les modèles de recherche standard les acheteurs se contentent de rechercher le prix le plus bas. Le choix de rencontrer l'un ou l'autre des vendeurs n'est pas stratégique, en effet tous ont une probabilité équivalente d'être visités, et la mémoire de l'acheteur ne joue aucun rôle.

Ce genre de mécanisme ne semble pas le plus adapté dans le marché que nous considérons où les acheteurs et les vendeurs se connaissent et se rencontrent plusieurs fois par semaine. De plus nous sommes ici dans un contexte où les biens à vendre sont périssables, et où ils sont tous censés être vendus avant la fin de la journée. Un des risques à ne pas négliger pour l'acheteur est celui de ne pas pouvoir acheter les marchandises désirées, et côté vendeur de perdre sa marchandise et d'essuyer ainsi une perte sèche.

C'est dans l'article de Bell (2001) que fût introduit un nouveau modèle d'échange mettant le réseau au coeur des échanges plutôt que le 'marché'. Ils mettent ici à bas le concept d'anonymat des acteurs.

Les auteurs construisent un modèle dans lequel acheteurs et vendeurs ont besoin d'un lien afin de pouvoir échanger, puis analysent le processus des échanges à travers une analyse de réseaux. Ils montrent que l'action égoïste des agents visant à maximiser leur bien-être personnel suffit à créer des structures de réseaux maximisant le bien-être général.

Dans l'article de Kirman & Vignes (1990) a également été mis en évidence le rôle du non-anonymat sur les marchés quotidiens. Le fait que les agents se connaissent a comme conséquence une différenciation des stratégies dépendant des caractéristiques intrinsèques non seulement des agents eux-mêmes, mais aussi de celles de leurs entourages, révélant ainsi l'influence des interactions sociales, et donc des réseaux sociaux.

Les liens considérés dans la littérature peuvent être sociaux (immatériels) ou, plus concrètement, industriels.

Plus récemment, dans l'article de Vignes & Etienne (2011), l'importance des réseaux sociaux d'interactions entre acheteurs et vendeurs a été mise en évidence. Celui-ci montre que le prix d'une transaction dépend du prix des autres transactions.

Il existe une importante littérature faite de travaux théoriques prenant en compte des réseaux ayant des structures stylisées, s'éloignant de la complexité observée empiriquement sur des réseaux "réels". Il reste cependant possible d'extrapoler certains résultats et caractéristiques provenant de ces études.

Nous y retrouvons un pan portant sur les modèles de communication, dans lesquels la seule chose importante est l'information qui circule au sein du réseau, ainsi que les points

d'accès à celui-ci. Ceux-ci peuvent être collaboratifs ou non. (liens formés à l'initiative de deux agents, ou pouvant être initiés par un seul).

Dans le cas des réseaux collaboratifs, l'article de Jackson (1996) s'impose comme une référence importante. Dans leurs travaux le réseau efficace est soit vide (pas de liens), soit complet (tous les agents sont connectés entre eux), soit une étoile (tous les agents sont connectés à un même agent central), mais il n'est pas nécessairement stable.

Concernant les réseaux non collaboratifs il convient de citer Bala (2000), qui démontrent que le réseau stable à la forme d'une roue (chaque agent reçoit un lien et émet un lien) si l'information ne circule que dans un seul sens ou d'une étoile lorsque l'information circule à double sens.

Nous pouvons également observer un autre type de réseau, à savoir ceux servants de support à des activités économiques. Les travaux sont nombreux dans ce domaine. Nous pouvons citer Goyal (2001) qui considère un réseau de collaboration de recherche et développement entre firmes. Ils montrent que le réseau symétrique stable est le réseau complet alors que le réseau efficace est un réseau partiellement connecté.

Dans l'article Jackson & Rogers (2007), les auteurs cherchent à lier les travaux théoriques sur les réseaux, avec ceux sur les réseaux empiriques utilisés en économie. Dans leur modèle les nouveaux noeuds commencent par former des liens au hasard avec les anciens noeuds, puis ils forment des liens avec certains voisins de ces noeuds. En faisant varier la proportion de liens formés au hasard et de liens formés par voisinage, ils peuvent ajuster leur modèle à de nombreux réseaux déjà connus, reproduisant ainsi certains faits stylisés importants.

Les principaux faits stylisés observés empiriquement sur les réseaux sociaux utilisés en économie sont :

- Diamètre faible.
- Transitivité forte.
- Présence d'une 'Fat tail' dans la distribution des degrés.
- Assortativité positive.
- Transitivité plus forte pour les liens les moins connectés.

Dans ce chapitre nous étudions tout d'abord les caractéristiques des réseaux relationnels existant entre acheteurs (respectivement vendeurs), et les liens représentant les relations qu'ils entretiennent avec les vendeurs (respectivement acheteurs). Nous étudions également les propriétés du réseau acheteur/vendeurs, où les liens représentent les sommes des échanges entre chaque couple acheteur/vendeur.

À travers l'étude des différentes formes de centralités, nous montrons également ce qui différencie un agent central sur un marché d'enchères, d'un agent central sur un marché de gré à gré.

## 4.3 Graphes utilisés

Commençons par une rapide présentation des différentes formes de liens et de noeuds que nous allons considérer dans ce chapitre.

Les graphes que nous étudierons le plus en détail sont des réseaux homogènes (sur lesquels tous les noeuds sont de même nature, exclusivement des vendeurs ou des acheteurs). Ce seront donc des projections des graphes bipartis du marché (Définis dans 4.4.2), dont les liens seront formés par différentes formes de relations existantes sur le marché.

Nous considérons deux types de liens. Un premier dans lequel les liens sont définis simplement à partir des échanges ayant eu lieu entre les acheteurs et les vendeurs : Un acheteur et un vendeur sont liés s'ils ont commercé ensemble.

Le second type de lien analysé porte sur la coordination entre agents, à savoir leur propension à prendre une même décision au même moment. Ce genre de relations n'étant pas directionnel, nous considérons ces graphes comme non orientés.

Par la suite, nous utiliserons les notations suivantes pour représenter un réseau  $r$  :

- $N$  est le nombre de noeuds du réseau ;
- les noeuds sont indexés par un entier entre 1 et  $N$  ;
- $R = r_{i,j}$  est la matrice d'adjacence du réseau  $r$ ,  $r_{i,j}$  est une indicatrice qui vaut 1 si il y a un lien entre le noeud  $i$  et le noeud  $j$  et 0 sinon ;
- $W = w_{i,j}$  est la matrice des poids du réseau  $r$ ,  $w_{i,j}$  est le poids du lien  $r_{i,j}$  ;
- $L = \sum r_{i,j}$  est donc le nombre de liens dans le réseau ;
- $r_{i,i} = 0$ , on ne considère que des liens entre des noeuds différents.

Nous commençons chaque analyse de réseau par une caractérisation de sa structure à l'aide de statistiques descriptives. Dans cette optique nous définissons ces différentes statistiques, ainsi que la manière de les interpréter.

## 4.4 Définitions

Nous commençons avant toute chose par définir les différentes notions que nous utilisons dans la suite de ce chapitre.

### 4.4.1 Notions de base

Un graphe se compose d'un ensemble  $V = x_1, \dots, x_n$  de sommets, pouvant être liés par des arrêtes que l'on note  $E = r_{1,1}, r_{1,2}, r_{2,1}, \dots$

Un graphe se note  $G = (V, E)$  avec G le nom du graphe, V le nombre de sommets (d'agents économiques) et E le nombre d'arrêtes (de liens).

Lorsque deux noeuds sont liés, on les qualifie de voisins. On appelle chemin entre deux sommets la séquence de liens consécutifs qui permet d'aller de l'un à l'autre. La longueur d'un chemin est le nombre de liens qu'il comporte, et la distance entre les deux sommets est égale à la longueur du plus court chemin qui existe entre eux.

Le degré d'un noeud dans un réseau est défini comme le nombre de liens du réseau ayant ce noeud comme extrémité. on le note  $\delta$ .

$$degre(i) = \delta_i = \sum j r_{i,j}$$

### 4.4.2 Graphe biparti

Un graphe biparti est un graphe possédant deux classes de sommets disjointes tel qu'il n'existe aucune arête reliant deux sommets de la même classe.

Les graphes bipartis peuvent modéliser des phénomènes d'affiliation dans lesquels des objets d'un certain type peuvent être reliés à d'autres objets d'un type différent. En l'es-pèce, nous sommes en présence de deux classes d'agents, les acheteurs et les vendeurs. Il n'existe pas d'échange commercial entre deux vendeurs ou entre deux acheteurs. Le graphe représentant les échanges entre acheteurs et vendeurs sera donc un graphe biparti.

Les graphes bipartis sont souvent utilisés comme une étape de modélisation qui permet par la suite d'appréhender d'autres relations. En effet, il est souvent plus significatif de considérer les relations entre sommets d'une même classe qui sont alors reliés par l'inter-médiaire de leurs voisins de l'autre classe.

Pour prendre en compte ces liens entre sommets d'une même classe il suffit de réaliser une projection du graphe biparti sur la classe de sommets que l'on désire étudier.

### 4.4.3 Distribution des degrés des noeuds

Cette distribution est une caractéristique fondamentale du graphe, reflet de sa structure globale. La quasi-totalité des descriptions de réseaux d'interactions commence par cette

mesure.

L'analyse de la distribution des degrés des noeuds sur un réseau nous livre une mesure de l'hétérogénéité entre les différents noeuds, et révèle par ce fait certaines informations sur le mécanisme de formation du réseau :

Si jamais le réseau est aléatoire, il va de soit que la probabilité qu'il existe un lien entre deux noeuds est constante, car elle est indépendante du noeud considéré. La distribution des degrés suit une loi de Poisson (voir Erdős & Rényi (1959)).

Dans le cas d'un réseau libre d'échelle, ce sont les noeuds les plus extrêmes qui ont le plus d'influence (20% des noeuds rassemblent 80% des liens). La moyenne représente donc très mal la 'population'. La distribution des degrés suit ici une loi de puissance (distribution de Pareto).

Ces réseaux libres d'échelle sont typiquement des réseaux petits mondes, dans lesquels quelques noeuds bien connectés font le lien avec tous les autres. Ces réseaux sont souvent le résultat d'un mécanisme d'attachement préférentiel, où la probabilité de former un nouveau lien avec un noeud est proportionnelle au degré de ce noeud.

L'analyse de la distribution des degrés permet donc de discriminer entre une hétérogénéité issue d'un processus aléatoire de formation des liens, et une hétérogénéité résultant d'un processus plus complexe.

#### 4.4.4 Densité

La densité d'un réseau est définie comme la proportion de liens dans un réseau par rapport au total de liens possibles.

Un graphe peu dense contient peu de liens.

Un graphe dense contient beaucoup de liens.

La densité  $D$  d'un graphe  $G=(V, E)$  est :

$$D = \frac{|E|}{|V|^2} \quad (4.1)$$

Cette valeur est nécessairement comprise entre 0 (graphe vide) et 1 (graphe complet) (Fig.4.1).

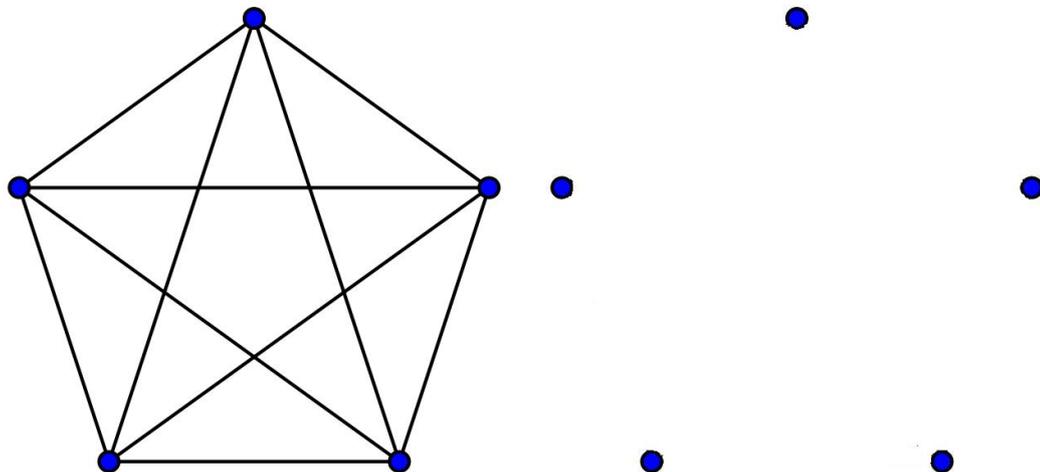


FIGURE 4.1 – Exemple de graphe complet à gauche (densité =1) et de graphe vide à droite (densité=0)

#### 4.4.5 Assortativité (corrélacion de degré)

Comme cela est noté dans Newman (2003), une des distinctions majeures des réseaux sociaux vis-à-vis des autres formes de réseaux est que les noeuds ont tendance à être connectés avec d'autres noeuds de degrés semblables aux leurs. C'est cette notion qui est appelée assortativité.

L'assortativité du réseau est donc la propension des noeuds à posséder des liens avec des noeuds de même type, en l'occurrence de même degré. De manière plus concrète, le coefficient d'assortativité est le coefficient de corrélation de Pearson (concernant les degrés) entre les paires de noeuds liés entre eux.

Ainsi une valeur positive de ce coefficient signifiera une corrélation positive entre noeuds de degrés similaires, alors qu'un coefficient négatif aura pour signification une relation entre noeuds de degrés différents.

Autrement dit, ce coefficient mesure la propension d'un agent à se lier avec des agents de même type ou d'un type différent.

Par la suite, on notera par  $q_\delta$  la distribution de probabilité du degré en excès (remaining degree). C'est à dire la probabilité pour que le degré du noeud connecté à un demi-lien tiré au hasard soit  $\delta + 1$ .

Cette mesure appartient à l'intervalle  $[-1 ; 1]$ , 1 correspondant à des degrés totalement corrélés et -1 à des degrés totalement anticorrélés.

#### 4.4.6 Transitivité (clustering)

Cette mesure bien connue provient de la littérature des sociologues (voir : Wasserman S. (1994)) La transitivité du réseau correspond à la probabilité que deux noeuds connectés avec un troisième aient aussi un lien entre eux.

Cet indicateur cherche à rendre compte d'une propriété observée de manière empirique dans les réseaux sociaux. Si un noeud A est connecté à deux noeuds B et C, on constate que la probabilité que B et C soient également liés est plus élevée que sur un réseau aléatoire. Cela témoigne de l'émergence de groupes ayant des caractéristiques similaires.

Plus prosaïquement, la sagesse populaire rend compte de ce sentiment par le proverbe : "l'ami de mon ami est mon ami."

La transitivité se traduit par le nombre de triangles dans le réseau. Plus formellement la mesure du taux de clustering est donnée par :

$$C = \frac{3 * \text{nombre de triplets fermés dans le réseau}}{\text{nombre de triplets dans le réseau}} \quad (4.2)$$

(Un triplet est constitué de trois noeuds connectés entre eux. Celui-ci peut être ouvert (deux liens) ou fermé (trois liens)).

Dans les deux cas le clustering se situe dans l'intervalle  $[0, 1]$ , 0 correspondant à une structure dépourvue de triangle ; 1 signifie que si A est connecté à B et C, alors B et C sont nécessairement connectés entre eux.

#### 4.4.7 Communautés

Le terme de communauté n'a pas de définition claire dans le langage sociologique. De même pour l'analyse des réseaux, il n'existe pas de consensus. Il convient donc de préciser la procédure retenue pour la détermination de ces communautés.

Une communauté est un ensemble de sommets (ou noeuds) dont la densité de connexions internes est plus forte que la densité de connexions externes. Il s'agit en général de regroupements par caractéristique.

Deux méthodes existent afin de déterminer et d'étudier ces communautés :

- 1- Les algorithmes de visualisation ;
- 2- La maximisation de la modularité.

Le principal algorithme utilisé pour visualiser le réseau est celui mis au point par Fruchterman et Reingold en 1991.

Ce algorithme se base sur un principe d'équilibre des forces. Tous les noeuds du réseau possèdent une force répulsive qui contraignent les noeuds à s'écartier les un des autres. Cependant lorsque qu'un lien est créé entre deux noeuds, cela crée alors une force d'attraction entre les deux noeuds considérés. De cette manière, les groupes de noeuds fortement liés

entre eux se retrouvent géographiquement proches les uns des autres sur la représentation graphique.

Il existe également différents algorithmes capables de détecter ces communautés. Le but de la détection de communautés est de trouver une partition  $P = C_1, \dots, C_k$  des sommets du graphe, dans laquelle chaque sous-ensemble  $C_i$  représente une communauté (nous ne connaissons a priori ni le nombre ni la taille des communautés). Le choix de la partition est fait de manière à optimiser une fonction de qualité  $Q(P)$  qui mesure des critères caractéristiques des communautés.

La méthode de partition que nous utiliserons repose sur les travaux de Newman et Girvan (2004) sur la notion de modularité. L'idée est la suivante : une partition en communauté est bonne si les liens entre noeuds de la même communauté sont plus probables qu'entre les noeuds d'un réseau aléatoire possédant le même nombre de noeuds.

Cette modularité est définie comme suit : Soit  $p_{i,j}$  la probabilité qu'il existe un lien entre les noeuds  $i$  et  $j$  dans le modèle aléatoire servant de référence.

Soit  $C = c_i$  un vecteur indiquant la communauté du noeud  $i$ ,

et soit  $\delta_{c_i,c_j}$  le delta de Kroenecker, égal à 1 lorsque  $c_i = c_j$  et à 0 sinon.

Alors la modularité s'écrit :

$$\text{modularite}(C) = \frac{1}{2 * L} \sum_{i,j} (r_{i,j} - p_{i,j}) \delta_{c_i,c_j} \quad (4.3)$$

La modularité est donc comprise entre 0 et 1, et une structure en communauté est considérée comme importante pour des valeurs de modularité supérieures à 0.3 MEJ Newman (2004).

#### 4.4.8 Centralité

Intuitivement, un agent important est un agent qui possède de nombreux liens. Dans un groupe social, un individu ayant beaucoup de contacts et communiquant beaucoup avec eux est considéré comme plus influent et important qu'un autre ayant peu de contacts. Les contacts sont modélisés par des liens. Un acteur central est un acteur qui est impliqué dans plusieurs liens.

La notion de centralité d'un noeud a été introduite pour caractériser l'importance relative de ce dernier dans l'ensemble du réseau.

Il existe différents types de liens ou d'implications entre agents. Par conséquent, plusieurs types de centralité existent sur les graphes.

#### 4.4.8.1 Centralité de degré

La centralité de degré est basée sur le nombre de connexions. Les agents les plus centraux sont ceux qui ont le plus de liens avec les autres acteurs.

On définit cette centralité de la manière suivante :

Soit  $N$  le nombre total d'acteurs dans le réseau. Le degré de centralité d'un noeud  $i$  noté  $C_d(i)$  est le degré du noeud noté  $d(i)$  normalisé par le degré maximal,  $n - 1$ .

$$C_d(i) = \frac{d(i)}{n - 1} \quad (4.4)$$

#### 4.4.8.2 Centralité de proximité

Cette approche définit la centralité en utilisant la notion de proximité ou de distance. L'agent  $i$  est un acteur central s'il peut interagir facilement avec les autres acteurs, autrement dit, si sa distance avec les autres est courte.

Soit  $d(i, j)$  la plus courte distance entre les noeuds  $i$  et  $j$ .

$$C_p(i) = \frac{n - 1}{\sum_{j=1}^n d(i, j)} \quad (4.5)$$

(nb : le graph doit bien sur être connexe.)

#### 4.4.8.3 Centralité d'intermédiarité

La centralité d'intermédiarité vise à mesurer la capacité d'un agent à d'assurer la coordination ou la continuité du groupe.

Un agent central est un agent servant d'intermédiaire entre de nombreux agents.

Cette centralité se définit de la manière suivante :

Si deux agents non adjacents  $j$  et  $k$  veulent interagir et si l'agent  $i$  se trouve sur le chemin entre  $j$  et  $k$ , alors  $i$  est dit avoir un contrôle sur leur interaction. L'intermédiarité mesure ce contrôle de  $i$  sur les deux autres acteurs.

Soit  $p_{jk}$  le nombre de plus courts chemins entre les agents  $j$  et  $k$ . L'intermédiarité d'un acteur  $i$  est définie par le nombre de plus courts chemins entre  $j$  et  $k$  passant par  $i$  notés  $p_{j,k}(i)$ , normalisé par le nombre total de ces chemins.

$$C_i(i) = \frac{p_{j,k}(i)}{p_{j,k}} \quad (4.6)$$

#### 4.4.8.4 Centralité de Bonacich

Ce coefficient de centralité défini dans Bonacich (1987*a*) détermine non seulement la force d'association d'un individu à d'autres individus ainsi que les forces d'association des individus auxquels il est lui-même associé. C'est une mesure visant à déterminer si un individu a un rôle central ou une grande influence dans un groupe.

Ce que nous avons vu précédemment sont les divers outils que nous utiliserons dans ce chapitre. Pour cerner la question des relations sociales sur notre marché, nous proposons à présent différents réseaux, avec des liens de natures diverses. Le premier graphe que nous proposons est un graphe étudiant la coordination entre agents, leur propension à prendre des décisions identiques simultanément.

Nous allons à présent utiliser les outils définis précédemment pour étudier différents réseaux existants sur ce marché.

## 4.5 Graphes de coordination

Afin d'évaluer plus finement l'existence, la composition et la stabilité de communautés observées en 3.5.2.1, nous construisons ici des réseaux homogènes acheteur/acheteur et vendeur/vendeur, sur la période où les deux mécanismes de vente coexistent. Les noeuds du graphe représentent les acheteurs (respectivement les vendeurs) et les liens leurs relations communes avec les vendeurs (respectivement les acheteurs). Deux noeuds sont considérés comme liés entre eux si ceux-ci échangent la majorité (+ de 50%) de leur marchandise sur le même marché le même jour.

$q_{N,t}^i$  est la quantité de poisson échangée par l'agent  $i$  sur le marché négocié (N) le jour  $t$ .

$q_t^i$  est la quantité totale de poisson échangée par l'agent  $i$  sur les deux marchés le jour  $t$ .

$n$  est le nombre de jours pris en compte.

$$W_{i,j} = \sum_{t=1}^n W_{i,j,t} \quad (4.7)$$

avec :

$$\begin{cases} W_{i,j,t} = 1 & \text{si } \frac{q_{N,t}^i}{q_t^i} > 0.5 \text{ et } \frac{q_{N,t}^j}{q_t^j} > 0.5 \\ W_{i,j,t} = 1 & \text{si } \frac{q_{A,t}^i}{q_t^i} > 0.5 \text{ et } \frac{q_{A,t}^j}{q_t^j} > 0.5 \\ W_{i,j,t} = 0 & \text{si } q_t^i = 0 \text{ ou } q_t^j = 0 \\ W_{i,j,t} = -2 & \text{sinon} \end{cases} \quad (4.8)$$

Un lien existe entre deux noeuds quand le poids associé est strictement positif.

$$r_{i,j} = 1 \Leftrightarrow W_{i,j} > 0 \quad (4.9)$$

Avec  $W_{i,j} = \sum W_{i,j,t}$ .

Le choix de cette méthode de créations de liens a été choisie afin de donner plus de poids aux décisions effectives des agents lorsqu'ils sont présents sur le marché (échanger aux enchères ou sur le marché négocié). La relation est asymétrique afin de ne conserver que des liens importants. Dans le cas contraire des agents agissant de manière aléatoire auraient 50% de chance de se retrouver liés sur le graphe résultant. Un simple calcul de la corrélation entre les prises de décisions serait inefficace du fait du grand nombre de périodes où l'un ou l'autre (voir les deux) agents ne sont pas présents sur le marché. Deux individus venant rarement et prenant des décisions contraires seraient considérés comme fortement corrélés entre eux.

### 4.5.1 Graphes de coordination des acheteurs

Dans un premier temps, nous observons la distribution des degrés des acheteurs, afin de voir si une structure émerge.

Nous constatons sur la figure 4.2 que cette distribution ne suit pas une loi de Poisson, qui serait synonyme de graphe aléatoire, ni a une loi de puissance qui correspondrait à un réseau libre d'échelle.

Les statistiques descriptives du réseau sont les suivantes :

- densité : 0.128258
- clustering : 0.1061564
- assortativité en degré : -0.06592156

Nous n'avons donc une assortativité très faible voire inexistante, peu de clustering (la valeur du clustering étant proche de la densité). De fait, et comme nous pouvons l'observer sur la figure 4.3, il est difficile de trouver structure spécifique dans le réseau. Cela signifie qu'il n'existe pas de communauté d'acheteurs qui se coordonneraient afin de prendre des décisions identiques au même moment, ni de similitudes en termes de degrés entre acheteurs prenant les mêmes décisions. S'il existe un mécanisme de coordination entre acheteurs, celui-ci n'est pas évident.

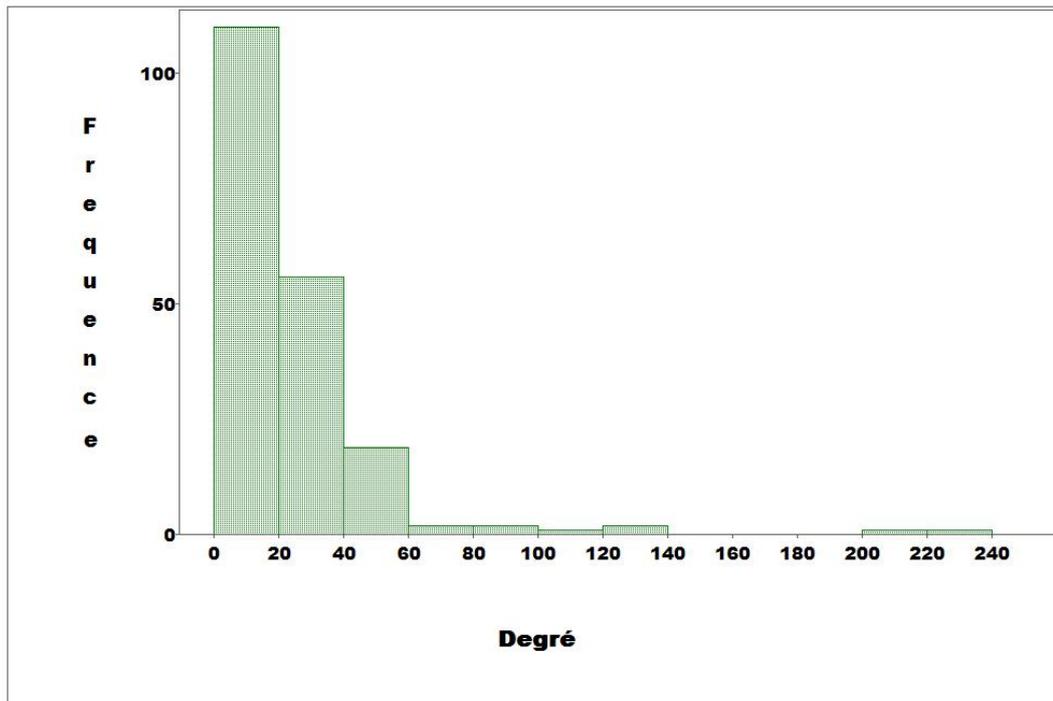


FIGURE 4.2 – Distribution des degrés des noeuds des acheteurs.

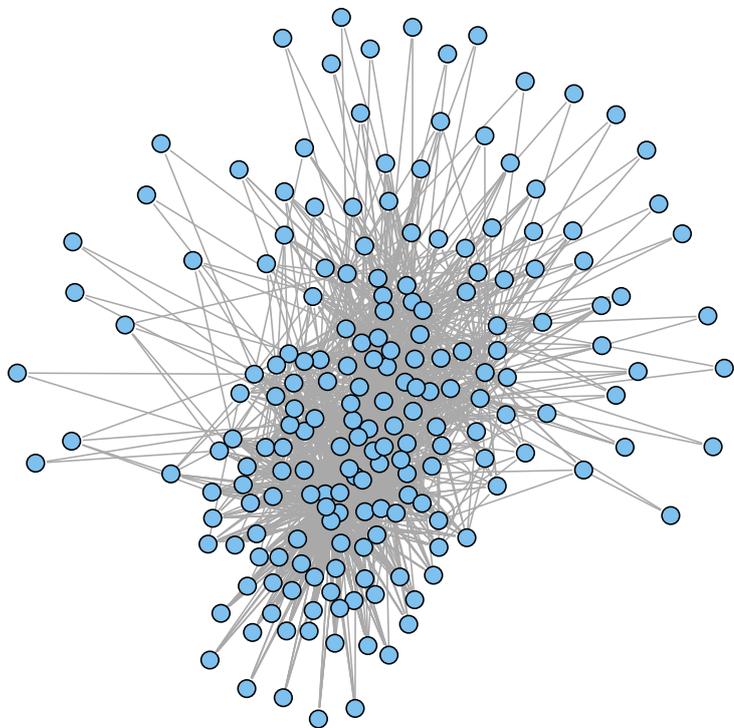


FIGURE 4.3 – Graphe de coordination des acheteurs.

## 4.5.2 Graphes de coordination des vendeurs

Nous allons à présent procéder à une analyse similaire portant sur les liens existants entre vendeurs, nous allons observer quels sont ceux qui prennent les mêmes décisions aux mêmes moments.

### 4.5.2.1 Sur la période totale

#### **Distribution en termes de degrés :**

Là encore nous commençons par analyser les degrés des noeuds afin de mesurer leur hétérogénéité. La Figure 4.4 montre que la distribution des degrés dans le réseau est fortement hétérogène, et possède clairement deux pics. Il est manifeste que cette distribution ne suit pas une loi de Poisson (ceci implique que le réseau n'est pas aléatoire) et que deux groupes se distinguent nettement.

Nous commençons par utiliser le lien défini par l'équation 4.8 pour faire un graphique de la totalité de la période. Celui-ci nous confirme les résultats du chapitre III. Le graphique 4.5 montre qu'il existe deux importants clusters composés de vendeurs prenant régulièrement les mêmes décisions, confirmant les observations faites en 3.5.2.1. Le premier utilise principalement le marché d'enchères, tandis que le second groupe fait un usage plus fréquent du marché négocié. La séparation entre ces deux groupes est très nette.

On peut donc en déduire que le choix du marché est stratégique, et qu'il existe deux groupes distincts de vendeurs, chacun ayant une stratégie différente.

Les statistiques globales de ce réseau indiquent une transitivity de 0.61, une assortativité de 0.46 et une densité de 0.42.

La forte assortativité révèle que deux vendeurs ont tendance à prendre la même décision que les vendeurs ayant un nombre de liens semblable au leur.

La transitivity étant fortement supérieure à la densité du réseau, cela indique que les vendeurs ont tendance à créer des communautés prenant les mêmes décisions simultanément.

Nous pouvons constater que les comportements diffèrent grandement si l'on compare les acheteurs avec les vendeurs.

#### **Communautés :**

L'importante transitivity en terme de degré constatée précédemment suggère une tendance pour les agents à se regrouper en communautés. Une première étape consiste à découvrir ces communautés, afin de pouvoir les caractériser dans un deuxième temps. Les mécanismes de création (généralement par homophilie) rendent possible la découverte des points communs des vendeurs appartenant à chacune des communautés. Ceci afin de découvrir si les deux groupes de vendeurs déjà connus peuvent être divisés plus finement.

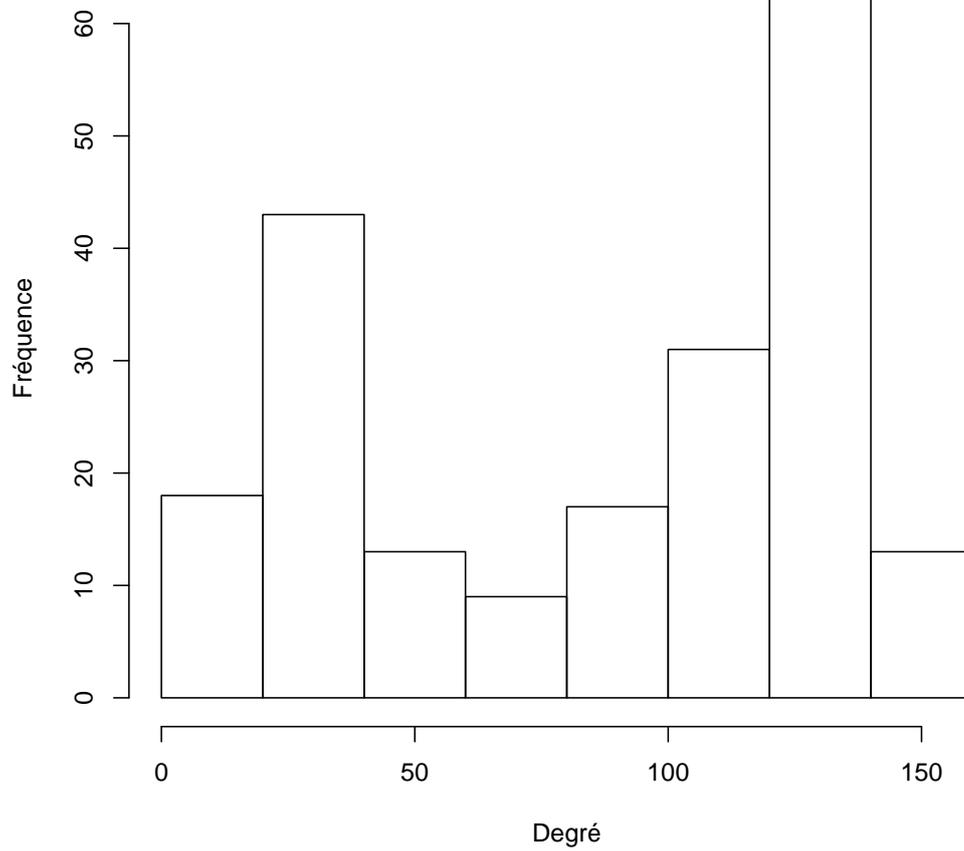


FIGURE 4.4 – Distribution des degrés des noeuds des vendeurs.

Nous utilisons à présent le principe de maximisation de la modularité tel que décrit dans Blondel (2008) afin de rechercher les différentes communautés existantes dans ce marché. (figure 4.6).

Ce schéma nous révèle l'existence de communautés distinctes. Nous avons vu précédemment que deux groupes de vendeurs se distinguent, possédant comme caractéristique de vendre majoritairement sur l'un ou l'autre des marchés. Cependant l'analyse des communautés peut nous permettre de distinguer d'autres groupes, moins évidents au premier abord. L'algorithme détecte cinq communautés. Nous observons donc les vendeurs composant ces groupes prenant souvent des décisions identiques afin de trouver quelles peuvent être les caractéristiques communes entre eux.

Nous avons :

- Rouge : Navires de pêche côtière (allant principalement sur le marché d'enchère) ;
- Jaune : navires de petite pêche (allant principalement sur le marché négocié) ;
- Bleu : Ce groupe est composé de navires étrangers. Ceux-ci ont une nette tendance à venir sur le marché les mêmes jours en utilisant le même mécanisme de vente.
- Vert : Navires de petite pêche, ayant une fréquence de présence sur le marché plus faible que le second groupe.
- blanc : Ce groupe est composé de deux navires de pêche côtière prenant toujours la mer au même moment, et allant toujours sur le même sous-marché. Ceux-ci n'ont pas de caractéristiques apparaissant dans notre base de données permettant d'expliquer ce comportement, qui à sans doute sa source dans des relations sociales existant entre ces deux pêcheurs.

Cette recherche de communauté nous permet de diviser nos vendeurs en cinq groupes. Nous retrouvons tout d'abord une communauté allant préférentiellement sur le marché d'enchères, et deux allant sur le marché de gré à gré. Ces deux dernières se distinguent par le poids des liens entre vendeurs, plus faibles pour la communauté 'verte'. Enfin les navires étrangers se distinguent. Nous pouvons observer que nous seulement ceux-ci ont tendance à venir un même jour, en prenant la même décision.

Ce résultat nous permet de montrer que les vendeurs allant principalement sur un type de marché ont des caractéristiques intrinsèques proches (type de navire), et que l'information dont dispose un agent aura une influence sur sa prise de décision. (on peut légitimement supposer que les étrangers et ceux venant rarement sur le marché disposent d'une information différente).

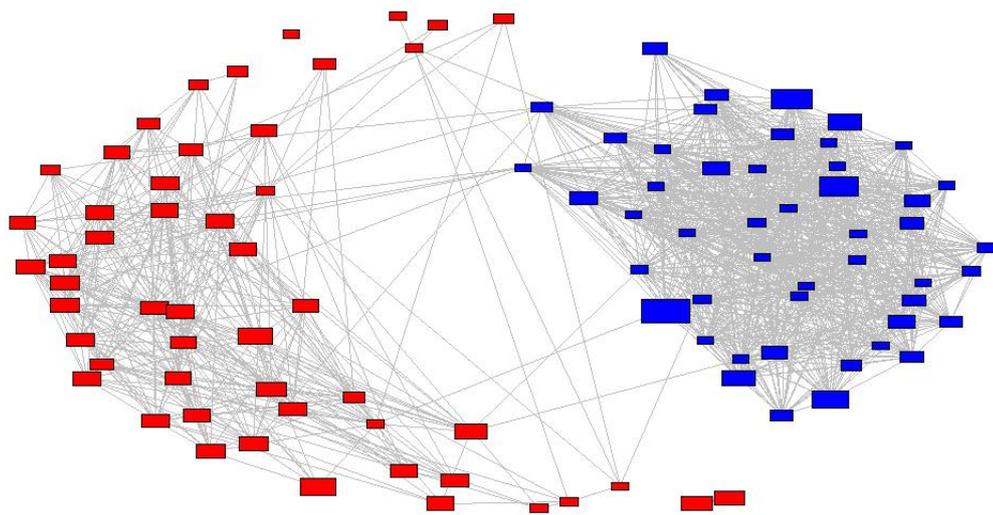


FIGURE 4.5 – Relations et stratégies des vendeurs (les bleus vendent principalement sur le marché négocié et les rouges aux enchères).

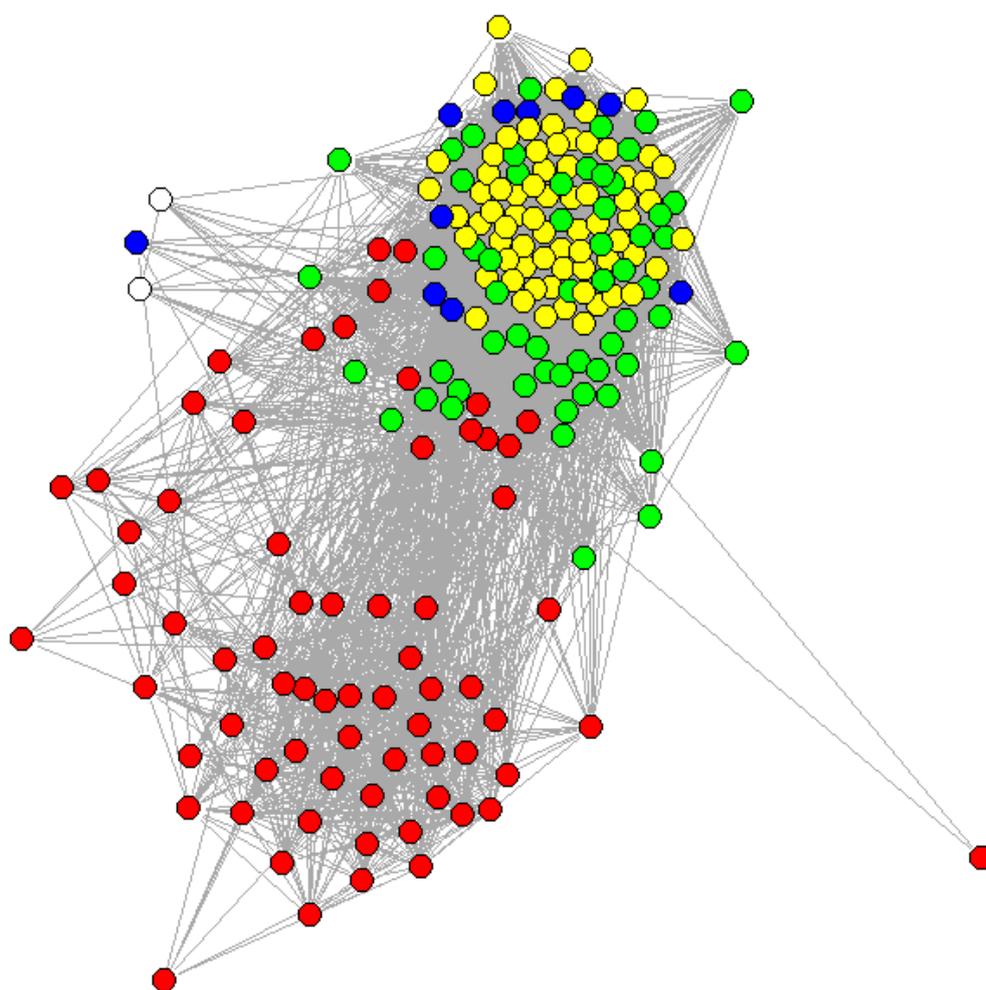


FIGURE 4.6 – Communautés de vendeurs (chaque couleur représentant une communauté).

#### 4.5.2.2 Graphes mensuels

En réduisant l'échelle temporelle d'analyse (un mois), on constate une grande constance dans ce phénomène de division des vendeurs en deux groupes chacun préférant un type de mécanisme de marché, plus ou moins marqué suivant la période. Nous ne trouvons jamais de communautés de vendeurs adoptant une stratégie mixte, ayant recours aux deux types de marchés de manière équilibrée. Les vendeurs qui composent chacune de ces communautés varient d'un mois à l'autre. Il en devient problématique d'essayer de calculer la stabilité du réseau.

Au niveau mensuel nous ne sommes plus en mesure de distinguer plus de deux communautés, mais nous retrouvons les deux principaux groupes, chacun ayant une préférence pour l'un ou l'autre des sous marchés.

Jusqu'ici nous nous sommes intéressés aux relations existantes au sein d'un même groupe (acheteurs ou vendeurs). A présent notre étude se focalisera sur les relations qui existent entre les couples acheteur/vendeur.

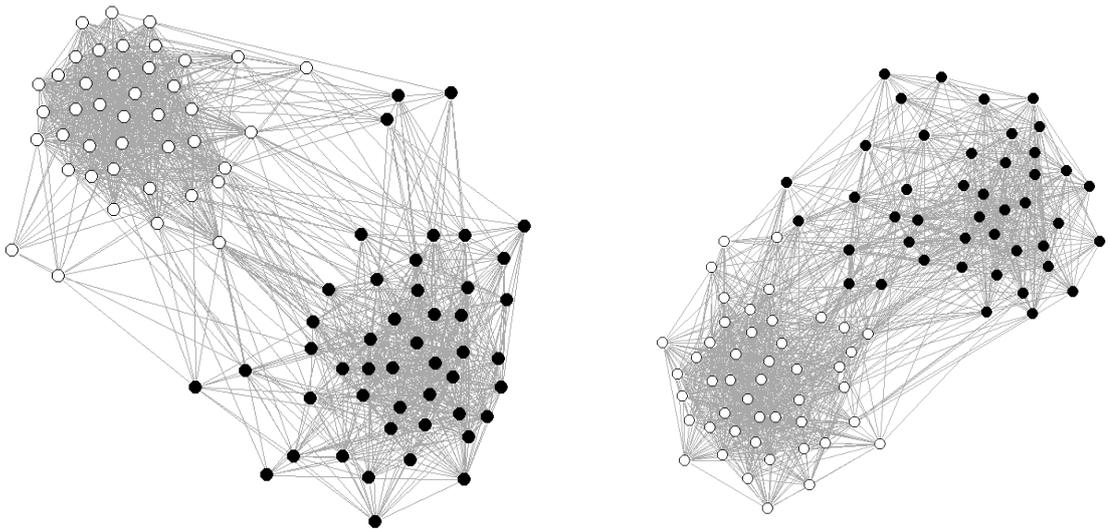


FIGURE 4.7 – Communautés de vendeurs pour deux mois choisis aléatoirement

## 4.6 Relations basées sur les transactions entre acheteurs et vendeurs

### 4.6.1 Le graphe bipartite

Dans ce type de réseau, nous utilisons un lien extrêmement simple : un acheteur et un vendeur sont liés entre eux si des échanges commerciaux ont eu lieu entre eux.

L'objectif est de comparer les différences en termes de relations entre acheteurs et vendeurs sur les deux sous-marchés. Pour ce faire nous construisons pour chaque marché le réseau bipartite, comprenant les acheteurs et les vendeurs. Puis nous ferons la projection de ce graphe, d'abord pour les vendeurs et ensuite pour les acheteurs.

En procédant de cette manière nous commençons par obtenir le graphe bipartite suivant du marché de Boulogne-sur-Mer, d'une densité de 0.23 (Fig.4.8), que nous pouvons séparer entre le réseau du marché négocié, et celui du marché de gré à gré (Fig.4.9).

Afin d'étudier les réseaux sociaux existant sur le marché, il est nécessaire de construire des réseaux homogènes. En effet les différentes statistiques que nous tirons de l'analyse d'un réseau sur lequel des individus de natures différentes coexistent sont peu pertinentes et difficilement exploitables.

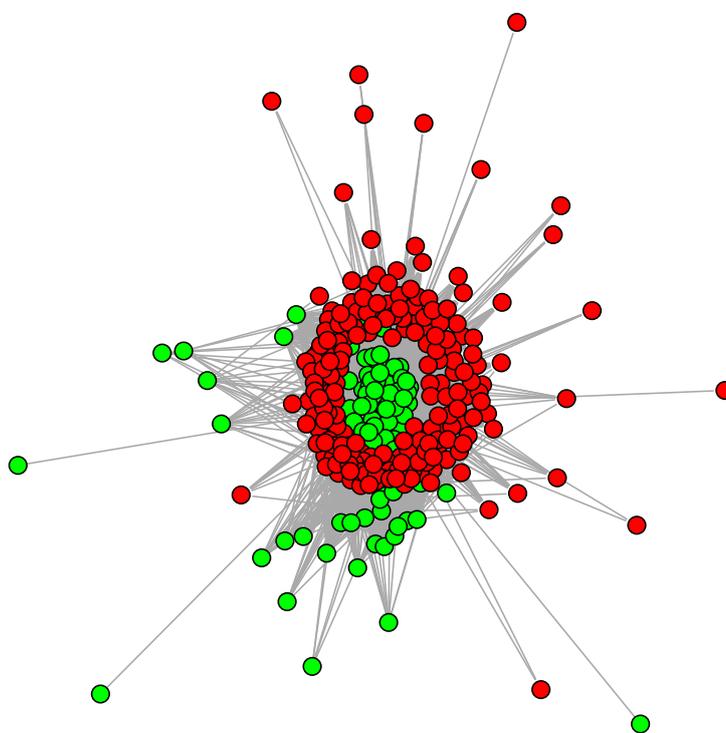


FIGURE 4.8 – Graphe bipartite du marché au poisson de Boulogne-sur-Mer

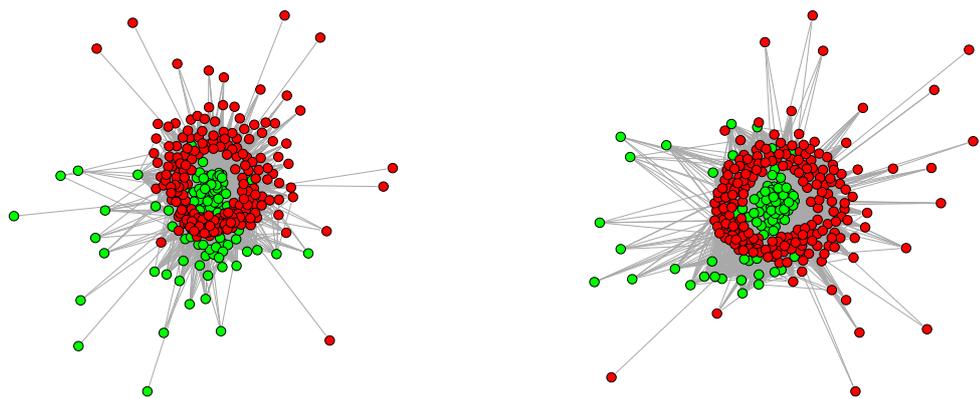


FIGURE 4.9 – Marché d’enchères à gauche et marché négocié à droite.

## 4.6.2 Projection du graphe vendeur/vendeur

Nous étudions tout d'abord la partie du réseau biparti concernant les vendeurs.

Les liens sont définis de la manière suivante : Un lien existe entre deux vendeurs  $S_i$  et  $S_j$  si ils effectuent des transactions avec les mêmes acheteurs (autrement dit, si ils ont des acheteurs en communs). On considère que deux vendeurs  $S_i$  et  $S_j$  partagent le même acheteur  $B_k$  si :

$$S_i B_k > \frac{\sum_{b=1}^n S_i B_b}{10} \quad \text{et} \quad S_j B_k > \frac{\sum_{b=1}^n S_j B_b}{10} \quad (4.10)$$

avec  $S_i B_k$  la quantité échangée entre le vendeur  $i$  et l'acheteur  $k$  ( $\sum_{b=1}^n S_j B_b =$  quantité totale vendue par le vendeur  $i$ ).

Ceci nous permet de disposer d'un seuil de création de lien propre aux caractéristiques de chaque vendeur, ceux-ci disposant de produits hétérogènes en quantité et en nature.

On considère qu'il existe un lien entre deux vendeurs s'ils partagent au moins deux acheteurs.

Nous commençons par une étude sur l'ensemble des deux marchés, puis par la suite nous étudions les deux sous-marchés de manière distincte.

En procédant de cette manière nous obtenons le réseau 4.10, possédant une valeur de densité de 0.27, de clustering de 0.74 et d'une assortativité de 0.18.

Le très important clustering nous démontre la propensions des vendeurs a former des groupes commerçant avec les mêmes acheteurs. Le fait de commercer avec tel ou tel acheteur est loin d'être aléatoire pour le vendeur.

Cela nous est confirmé par la distribution des degrés, visibles sur 4.11, qui ne suit aucune des trois lois classiques (normale, lognormale, puissance).

Nous étudions la valeur de la corrélation entre les différentes formes de centralité (Tab.4.1) afin d'essayer de mieux caractériser ce qu'est un vendeur central, et donc important, dans le réseau que nous étudions.

Comme nous pouvons le voir sur le tableau 4.1, si la centralité de Bonacich et de proximité sont fortement lié, cela est nettement moins vrai dans le cas de l'intermédiation. Nous

	proximité (closeness)	Bonacich	Intermédiation (betweenness)
proximité	1	0.91	0.45
Bonacich	0.91	1	0.31
Intermédiation	.45	0.31	1

TABLE 4.1 – Correlation entre les différentes centralités du graphe vendeur/vendeur

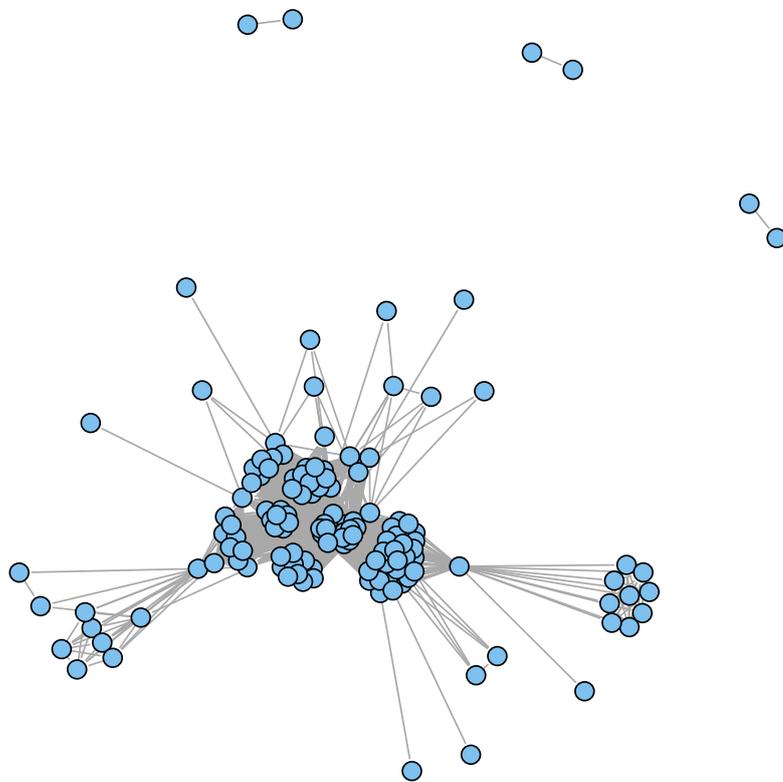


FIGURE 4.10 – Relations entre vendeurs

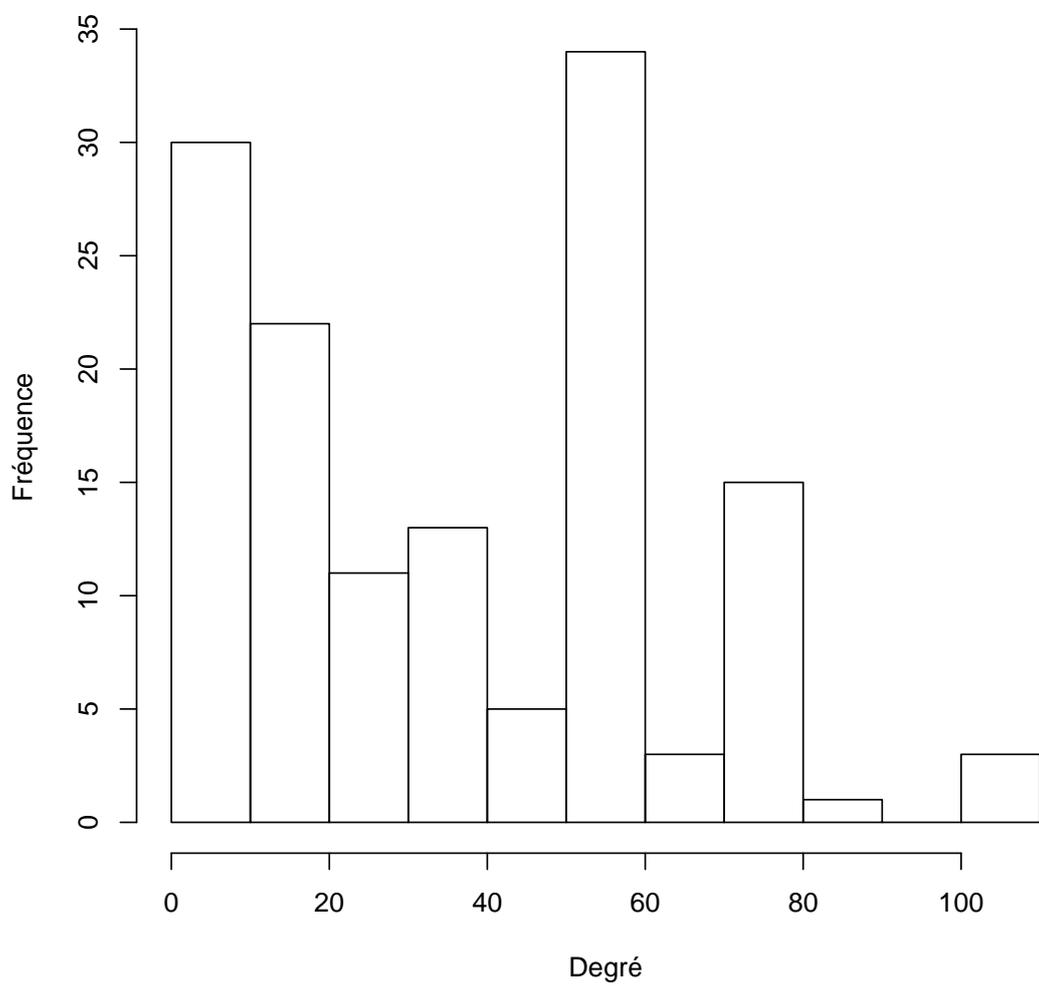


FIGURE 4.11 – Distribution des degrés des vendeurs

pouvons en conclure qu'un vendeur influent ayant des relations importantes sera également un vendeur situé au centre du réseau, . La position d'intermédiaire entre deux vendeurs semble loin d'être capitale.

#### 4.6.2.1 Comparaison des deux marchés

Nous avons vu les statistiques au niveau global, mais un point plus important est d'étudier les différences existantes en terme de réseaux entre chacun des deux mécanismes de vente. Pour répondre à cette question, nous construisons deux graphes distincts, chacun à partir des échanges ayant eu lieu sur un seul des deux sous-marchés.

Une comparaison de ces deux réseaux, visibles sur la figure 4.12, nous permet de tirer de nombreux enseignements. Tout d'abord, les densités de ces deux réseaux sont si proches qu'elles peuvent être considérées comme similaires. (0.24 sur le marché de gré à gré contre 0.23 sur le marché d'enchères). Cela nous permet une comparaison facile des autres résultats statistiques.

Nous obtenons une assortativité légèrement plus importante sur le marché d'enchères (0.17) que sur celui de gré à gré (0.11).

Ceci signifie que, dans une faible mesure, deux vendeurs présents sur le marché d'enchères ont une plus grande propension à commercer avec un même acheteur lorsqu'ils sont de degré similaire. Le raisonnement est vrai, mais à un degré encore plus faible sur le marché négocié.

La transitivité cependant très forte sur les deux marchés (0.71 sur le marché de gré à gré contre 0.67 aux enchères) ce qui tend à montrer une tendance au regroupement en communautés.

Cela signifie qu'il existe des groupes de vendeurs vendant leurs marchandises à un même acheteur. Cela pourrait s'expliquer par l'existence d'acheteurs se concentrant sur certains types de biens, biens vendus majoritairement par un groupe spécifique de vendeurs.

Nous ne constatons donc ici aucune différence significative entre les réseaux observés sur les deux sous-marchés.

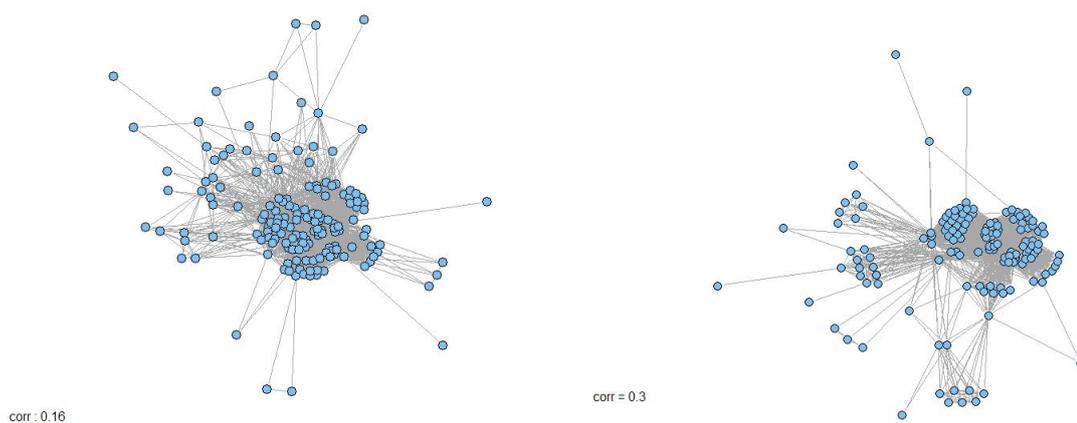


FIGURE 4.12 – Marché d’enchères à gauche, et marché négocié à droite.

	proximité	Bonacich	Intermédiation
proximité	1	0.51	0.22
Bonacich	0.51	1	0.41
Intermédiation	.22	0.41	1

TABLE 4.2 – Corrélations sur le marché de gré à gré.

	proximité	Bonacich	Intermédiation
proximité	1	0.94	0.49
Bonacich	0.94	1	0.41
Intermédiation	0.49	0.41	1

TABLE 4.3 – Corrélations sur le marché d’enchères.

### Centralité :

Nous allons ici aussi utiliser la notion de centralité afin d’observer si un vendeur considéré comme central sur le marché d’enchères est semblable d’un point de vue relationnel à un vendeur central sur le marché négocié. Ou si cela n’est pas le cas, de quelle manière et dans quelle mesure ils diffèrent.

Le calcul des corrélations (Pearson) des trois types de centralités nous donne les résultats suivants :

Sur le marché de gré à gré :

Sur le marché d’enchères :

Comme nous pouvons le constater dans les tableau 4.3 et 4.2 il existe à ce niveau une réelle différence entre les deux mécanismes de vente.

Sur le marché négocié, la corrélation entre ces mesures de centralité et celle d’intermédiation est plus faible (0.22) même si elle reste significative. Ce phénomène ne s’observe pas sur le marché d’enchères, où cette corrélation est plus importante qu’au niveau du marché complet.

La principale différence se situe au niveau de la relation entre centralité de Bonacich et centralité de proximité. Autant sur le marché d’enchères ces deux valeurs sont presque parfaitement corrélées, autant sur le marché négocié cette relation de corrélation est très affaiblie.

Un vendeur important sur le marché d’enchères se situe donc au centre du réseau, ce qui n’est pas le cas sur un marché de gré à gré. Nous pouvons donc considérer que sur

le marché d'enchère la dimension stratégique du choix de l'acheteur par le vendeur (en proposant des prix différents en fonction de l'acheteur se présentant) est plus faible.

Il ne suffit pas d'être au centre du réseau pour être important sur le marché de gré à gré. À la réflexion ce résultat semble logique. Sur un marché d'enchère le vendeur ne peut pas 'choisir' son acheteur, celui-ci n'a plus d'influence sur la vente une fois sa marchandise entre les mains du commissaire priseur. À l'inverse sur un marché de gré à gré un vendeur à toute la latitude pour proposer le prix de son choix à un acheteur donné.

### 4.6.3 Relations entre acheteurs avec les vendeurs

Une étude symétrique similaire peut être effectuée sur les acheteurs. deux acheteurs commerçant avec un même vendeur sont donc considérés comme lié entre eux.

Le nombre d'acheteurs étant inférieur au nombre de vendeurs, le seuil de création de lien est abaissé (3% au lieu de 10%) afin de conserver une densité suffisante.

Le réseau obtenu (Fig.4.13) à une densité de 0.44, un coefficient de clustering de 0.66 et une assortativité de 0.1. Les acheteurs ont donc une tendance moins marquée que les vendeurs à former des groupes recourant aux mêmes vendeurs.

	proximité	Bonacich	Intermédiation
proximité	1	0.97	0.68
Bonacich	0.97	1	0.56
Intermédiation	0.68	0.56	1

TABLE 4.4 – Corrélations entre les différentes centralités.

Les mesures de corrélation des centralités (Tab.4.4) sont par contre comparables à celles des vendeurs. Les acheteurs les plus influents sont ceux situés au centre du réseau, avec une importance moindre du fait d'être un intermédiaire.

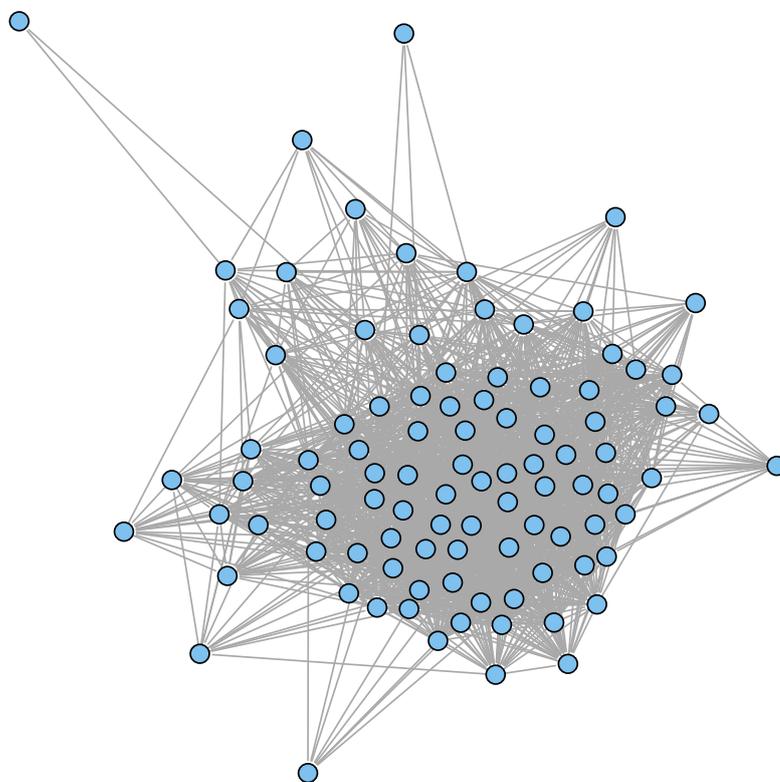


FIGURE 4.13 – Relations entre acheteurs.

#### 4.6.3.1 Comparaison des deux sous-marchés

Comme pour les vendeurs nous allons comparer les réseaux issus du marché de gré à gré et d'enchère.

	Densité	Clustering	Assortativité
enchères	0.55	0.76	0.04
Gré à gré	0.48	0.64	0.04

TABLE 4.5 – Statistiques des réseaux.

Nous ne pouvons constater aucune forme d'assortativité entre acheteurs, ceux-ci n'ont pas tendance à se lier à d'autres acheteurs disposant du même nombre de liens qu'eux. Il n'y a pas de différence majeure entre ces deux réseaux.

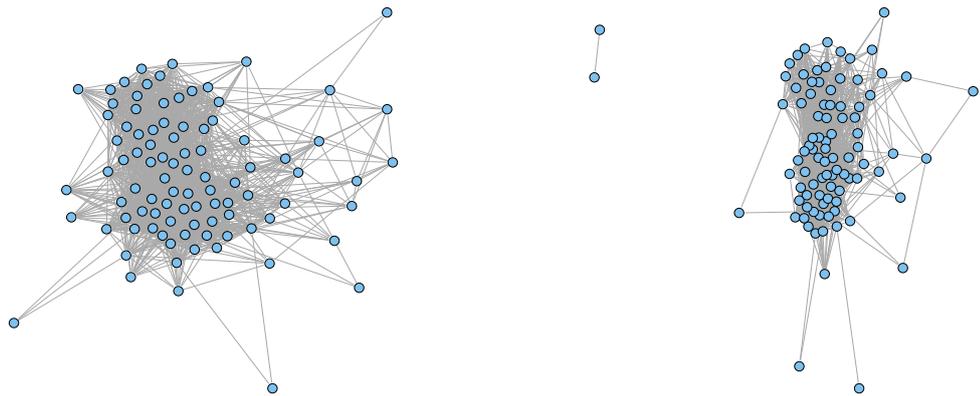


FIGURE 4.14 – Marché d’enchères à gauche, et marché négocié à droite.

**Centralité :** La encore nous regardons si les différentes formes de centralité sont corrélées entre elles.

Sur le marché de gré à gré :

	proximité	Bonacich	Intermédiation
proximité	1	0.97	0.63
Bonacich	0.97	1	0.55
Intermédiation	0.63	0.55	1

TABLE 4.6 – Corrélations des différentes centralités sur le marché négocié

Sur le marché d'enchères :

	proximité	Bonacich	Intermédiation
proximité	1	0.98	0.84
Bonacich	0.98	1	0.75
Intermédiation	0.84	0.75	1

TABLE 4.7 – Corrélations des différentes centralités sur le marché d'enchères

Contrairement aux vendeurs il n'y a pas de différence réellement significative du côté des acheteurs. Leur manière de choisir un vendeur semble identique quel que soit le marché. Étant donné que le nom du vendeur est donné sur le marché d'enchères, et qu'évidemment celui-ci est connu sur le marché de gré à gré, il n'existe pas de différence informationnelle de ce point de vue pour les acheteurs.

La conclusion logique semble être que si le choix du marché est stratégique pour un vendeur du fait des différences existantes entre les deux mécanismes de vente ; une fois ce choix de marché fait, la stratégie concernant le choix des vendeurs par les acheteurs est similaire sur les deux sous-marchés.

## 4.7 Effet de la centralité sur les prix.

Nous voulons à présent étudier si la position d'un agent au sein de ce marché à une influence sur les prix des transactions qu'il payera, ou fera payer, aux autres agents présents sur le marché.

Pour ce faire nous allons analyser l'influence qu'ont ces centralités sur les prix des transactions. À cela nous ajoutons en paramètres explicatifs la quantité globale de poisson mise sur le marché un jour donné (en logarithme), la quantité échangée lors de la transaction, ainsi que les dummies correspondant aux mois, espèces et jours de la semaine. (Étant donné que le coefficient de corrélation entre les centralités de proximité et de Bonacich est de 0.91 pour les vendeurs et 0.97 pour les acheteurs, nous n'indiquons que la seconde)

TABLE 4.8 – Variable expliquée : Prix par transaction

Variable	Modèle
Intercept	1.2605***
Log quantité globale	-0.0366***
Quantité	-0.0007 ***
Bonacich vendeur	0.0397***
Intermédiation vendeur	-0.0002***
Bonacich acheteur	-0.0535***
Intermédiation acheteur	0.0022***
janvier	0.0195***
février	0.0225***
mars	0.1159***
avril	0.0526***
mai	0.1035***
juin	0.0050
juillet	0.0394***
août	0.0232***
septembre	-0.0657***
octobre	-0.1627***
novembre	-0.1482***
mardi	0.0372***
mercredi	0.0728***
jeudi	0.0120***
vendredi	0.0638***
samedi	0.0610***
espece i	-0.8153***

Nous pouvons observer que la centralité d'intermédiation est presque sans influence sur les prix des transactions. Il n'existe pas d'intérêt sur ce marché à être en situation d'intermédiaire entre deux agents. Par contre la centralité dans le sens de Bonacich a un effet beaucoup plus important. Les échanges effectués par les vendeurs les plus centraux ont tendance à être plus chers, et ceux faits par les acheteurs centraux sont moins chers.

## 4.8 Conclusion

Cette étude des réseaux relationnels du marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer par la caractérisation des structures a permis de dégager les propriétés essentielles de ce réseau. Un des résultats principaux réside dans les différences existantes entre les réseaux du marché d'enchères et du marché de gré à gré. Le premier semble correspondre à un marché sur lequel le vendeur n'a pas d'influence, alors que sur le second, il existe une vraie dimension stratégique concernant le choix des acheteurs par les vendeurs. De plus la position des agents sur les réseaux a une influence non négligeable sur les prix des échanges.

Un second résultat majeur est la mise en évidence du fait que le choix des vendeurs d'aller sur un marché n'est pas aléatoire, et dépend de leurs caractéristiques intrinsèques en plus de la nature des biens qu'ils ont à vendre.

De plus nous montrons ici que la centralité des agents, et donc les relations sociales, ont une influence sur la formation des prix. C'est un aspect qu'il faudra prendre en compte dans la construction d'un modèle visant à reproduire la dynamique de ce marché.



# 5 Modélisation

## 5.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter des modèles visant à reproduire les caractéristiques principales du marché de la manière la plus simple possible, afin de mettre en évidence quelles sont les variables explicatives majeures du marché aux poissons de Boulogne sur mer.

Les résultats empiriques ont montré que l'organisation du marché est stable dans le temps. Il existe une relation prix quantité négative, suggérant une rationalité globale, même si celle-ci n'est pas vérifiée pour tous les individus.

Nous avons également montré qu'au niveau individuel, les agents ont une préférence pour l'un des deux marchés (enchères ou négocié) et que celui-ci correspond au meilleur choix pour eux en terme de prix et de quantités vendues.

Un autre résultat a démontré que les performances d'un mode d'organisation dépendaient des caractéristiques des acteurs et sur les propriétés des biens vendus, avec des différences de prix significatives pour un même bien en fonction du sous-marché utilisé.

Cette étude empirique a également mis en lumière le fait que la plupart des agents passent régulièrement d'un marché à l'autre pour commercer.

Afin de comprendre le marché, nous le représentons comme un système complexe que nous simulons à l'aide de modèle multi-agents, où les individus disposent d'une rationalité limitée et de règles d'apprentissage simples.

Nous allons démontrer que les comportements observés au niveau macro-économique sont des propriétés émergentes du système, ne nécessitant pas de coordinateur central afin d'expliquer leur existence.

Nous commençons par un modèle expliquant le 'switching' des vendeurs entre le marché aux enchères et le marché négocié, en ne représentant que le marché négocié. Les enchères étant considérées comme la ligne de base.

Dans un deuxième temps, nous exposons un modèle implémentant ces deux marchés ainsi que deux types de biens ayant des caractéristiques de vente différentes sur les deux marchés. Ceci afin de mettre en exergue les différences de comportement de vendeurs ayant des biens différents à proposer, ainsi que les effets sur les prix.

Enfin dans le dernier modèle, les caractéristiques des biens ne sont plus directement implémentées dans le modèle, mais deviennent conséquences des relations existantes entre les vendeurs et les acheteurs.

## 5.2 Littérature

Le concept de main invisible cher à Adam Smith, le fait que les agents puissent parvenir à une allocation optimale des ressources en agissant dans leur seul intérêt, a pendant longtemps été étudié sans prendre en compte la microstructure des marchés ; la manière dont l'information, incomplète et asymétrique, est obtenue et partagée. Ne pas ignorer ces aspects rend une analyse théorique trop complexe pour être résolvable, et la simple existence d'un équilibre ne peut toujours être garantie. Confronté à ce problème, une alternative pourrait être de recourir à l'économie expérimentale, afin d'observer le comportement effectif d'agents économiques dans différents cadres (règles d'échange, structure du marché, information disponible, etc. ). Cependant, cette approche expérimentale possède ses propres travers (outre son coût monétaire). Les caractéristiques intrinsèques des agents économiques sont difficiles à estimer. Il est donc très difficile de déterminer les effets de ces caractéristiques sur la dynamique du marché. Cela a comme conséquence que l'expérimentateur ne peut être certain que le résultat observé lors d'une expérience n'est pas un événement rare, causé par les caractéristiques des sujets y ayant pris part.

Une troisième approche existe, celle utilisée dans ce chapitre, afin de pouvoir étudier des systèmes trop complexes pour être étudié analytiquement, tout en contrôlant les caractéristiques des agents. Elle fait usage d'agents artificiels intelligents (dans le sens de capable de raisonnement). Contrairement à l'économie expérimentale, les préférences et la manière de raisonner de ces agents économiques sont totalement transparentes (et peuvent donc être contrôlés). De plus cela permet des expériences plus complexes mettant en jeu des centaines voir des milliers d'agents concernant de très longues séquences d'échanges. Chose qu'il serait très compliqué à mettre 'physiquement' en place. Il existe bien sûr des limites à cette méthode de modélisation. Comme le besoin de calibration des paramètres, ou le choix d'hypothèse concernant la manière de raisonner des agents. Des données expérimentales sont donc un apport précieux pour valider ce type de modèle. Le lecteur ne sera donc pas surpris de constater que les résultats obtenus par les modèles présentés dans ce chapitre sont systématiquement comparés aux données empiriques à notre disposition.

Concernant la micro-structure des marchés, il existe dans cette branche de la littérature une recherche du comportement optimal des agents dans certains cadres théoriques. Nous pouvons remonter à Garman (1976) qui s'est intéressé à la méthode que doit utiliser un commerçant en situation de monopole pour maximiser son bénéfice. Il démontre que celui-ci doit fixer des prix d'achat et de vente différents, qui seront fonction de la fréquence de rencontre avec les acheteurs et les vendeurs, expliquant ainsi la distribution des prix sur le marché.

La littérature en économie expérimentale a permis une remise en cause du paradigme des anticipations rationnelles, en introduisant les notions de biais cognitif et de biais émotionnels. Elle montre que les agents ne disposent que d'une rationalité limitée (voir agissent de manière irrationnelle), et que des éléments de décision ne sont pas toujours pris en

compte dans la théorie (moralité des agents, effets de groupes, etc).

La littérature des marchés artificiels porte sur de nombreux sujets, comme nous l'avons présentée dans le premier chapitre. Nous présenterons ici la littérature portant plus précisément sur notre problématique. Les marchés aux poissons sont fortement présents dans la littérature économique. Cela s'explique par le fait que les poissons sont de bien par nature périssable, et l'absence de stocks rend l'analyse plus simple. De plus, il existe de nombreuses formes d'organisation de marché aux poissons. Cela permet de comparer les différences entre différentes formes d'organisation vendant des biens grossièrement équivalents. Par exemple le marché de Fulton (Graddy (1995), Graddy (2006)) ou de Marseille Alan P. Kirman (2001). Dans Gallegati et al. (2011) le marché d'Ancone sert de base pour comprendre le comportement des agents économiques sur une forme particulière d'organisation de marché. De nombreux travaux ont cherché à expliquer deux faits stylisés importants. Tout d'abord la raison de l'existence d'une grande dispersion de prix pour des biens semblant identiques, alors que ce sont les mêmes agents qui échangent sur le marché tout les jours. Ensuite l'existence de loyauté entre agents, les vendeurs ont tendance à échanger préférentiellement avec certains acheteurs. Différents marchés aux poissons ont été étudiés.

Des marchés de biens autres que du poisson ont bien sur été également étudié, comme le marché de fruits et légumes de Marseille. Dans ce contexte Alan Kirman (2005) étudie l'effet de la négociation sur les prix. L'article Sonia Moulet (2008) traite de certains problèmes d'apprentissage sur un marché négocié en situation d'information imparfaite, et analyse à l'aide de l'outil multi-agent l'évolution des dynamiques de négociation et de fixation des prix.

En littérature des marchés financiers Chena et al. (2001), Chiarella & Iori (2002) ou Tedeschi et al. (2009) utilisent des marchés artificiels à base de modèles multi-agents, pour montrer les effets de ce genre de cohabitation (comment les agents changent de stratégies suivant des règles comportementales, se coordonnent via leurs interactions réciproques,...)

## 5.3 Modèle de switching

Un modèle artificiel vise à reproduire les stratégies des agents du marché étudié. Ce premier modèle se focalise sur le processus de switching présenté dans le chapitre 3. Il a été publié dans l'article Mignot et al. (2012). Le but principal de celui-ci est de comprendre quelles sont les conditions minimales capables de générer le comportement, stable au niveau agrégé, des agents que nous avons pu observer dans les données empiriques. Nous basons ce modèle sur l'hypothèse que le marché d'enchère sert de 'benchmark' (c'est à dire fixer le prix compétitif). Cette règle simplificatrice consiste à analyser uniquement ce qu'il se passe sur le marché négocié.

Les agents disposent d'informations hétérogènes, et de deux principales stratégies. C'est à dire des agents myopes et des agents aléatoires. Les prix sont négociés entre acheteurs et vendeurs, en suivant la simple loi "à prendre ou à laisser". Les prix ne sont pas affichés, et les agents sont soit vendeurs soit acheteurs, mais jamais les deux. Le nombre d'agents participant à chaque tour est fixe.

Ce marché est caractérisé par une recherche décentralisée constante. À cause de l'absence de "market-clearing mechanism", l'économie a la possibilité de s'organiser spontanément vers un état d'équilibre avec une quantité persistante de poissons invendus et un excès de demande individuel.

### 5.3.1 Le design

Les vendeurs disposent d'une certaine quantité globale de poisson, et décident du pourcentage à mettre sur le marché négocié. Les acheteurs doivent choisir leur prix de réserve. Ces choix des agents sont simultanés.

Le fonctionnement général du marché artificiel est décrit dans 5.1. Les équations utilisées dans la simulation suivent.

**Le temps :** Le temps, est noté  $t = 0, 1, 2, \dots, T$ .

**Les acheteurs :**  $j = 1, \dots, n$  jouent à chaque période, arrivant sur le marché avec une demande divisible  $D_j$ . Ils rencontrent un nombre  $k$  fini de vendeurs, et essaient de commercer avec eux. Si le prix demandé est inférieur ou égal au prix de réserve de l'acheteur alors l'échange à lieu. Lorsque la demande d'un acheteur n'a pas été satisfaite après avoir rencontré  $k$  vendeurs, alors il est rationné.

Chaque acheteur  $j$  détermine son prix de réserve  $r_j^{neg}$  suivant :

$$r_j^{neg} = \ln\left(\frac{x_j}{1 - x_j}\right) \quad \text{avec } 0 < x_j < 1 \quad (5.1)$$

avec  $x_j$  une variable idiosyncratique distribuée uniformément entre 0 et 1.

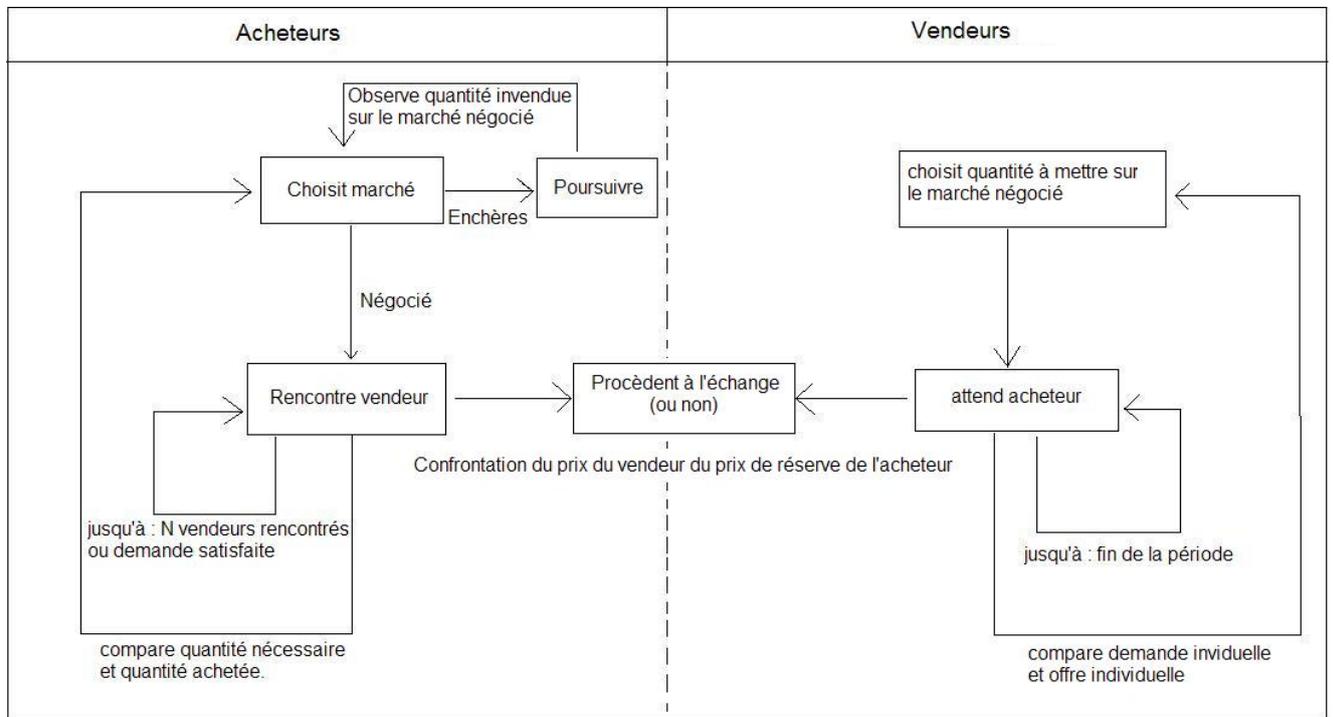


FIGURE 5.1 – Fonctionnement du modèle

Suivant cette fonction, la probabilité d’avoir un prix de réserve bas est plus importante que celle d’avoir un prix de réserve élevé.

**Les vendeurs :** Au temps  $t$ ,  $i = 1, \dots, m$  chaque vendeur arrive sur le marché avec un quantité constante de biens (offre)  $S_i$  qu’il divise entre le marché d’enchères  $S_{t,i}^{auc}$  et le marché négocié ( $S_{t,i}^{neg}$ ).

$$S_i = S_{t,i}^{neg} + S_{t,i}^{auc} \quad (5.2)$$

Chaque vendeur  $i$  détermine chaque jour  $t$  son prix  $p_{t,i}^{neg}$  comme une fonction de la quantité globale disponible sur le marché négocié au jour  $t$ .

$$p_{t,i}^{neg} = \alpha_{t,i} * \sum_i S_{t,i}^{neg} + \beta \quad (5.3)$$

À la fin de chaque période, un vendeur myope révisé son prix, en fonction de la différence entre la quantité qu’il a mise en vente (la demande qu’il anticipait au prix qu’il a proposé) et

la demande qui a été observée. (equation 5.4). Le paramètre  $\alpha_{t,i}$  est alors modifié (équation 5.5).

$$\hat{p}_{t,i}^{neg} = p_{t,i}^{neg} * (1 + \gamma * \tanh(\frac{D_{t,i}^{neg} - S_{t,i}^{neg}}{\frac{1}{2}S_i})) \text{ avec } 0 < \gamma < 1 \quad (5.4)$$

$$\alpha_{t+1,i} = \frac{\hat{p}_{t,i}^{neg} - \beta}{\sum_i S_{t,i}^{neg}} \quad (5.5)$$

**Le processus de décision :** Un vendeur myope augmente sa quantité offerte sur le marché négocié  $S_{t,i}^{neg}$  si sa demande au pas de temps précédent a été supérieure à la quantité qu'il y avait mise en vente. La nouvelle quantité qu'il déposera sur le marché négocié est alors défini dans l'équation 5.6.

$$S_{t,i}^{neg} = D_{t-1,i}^{neg} * (1 + \tanh(\frac{p_{t-1,i}^{neg} - \hat{p}_{t-1,i}^{neg}}{\hat{r}_j^{neg}})) \quad (5.6)$$

avec  $\hat{r}_{t,j}^{neg}$ , La moyenne des prix de réserve.

La probabilité  $\delta_j$  pour un acheteur de quitter le marché négocié est égal a :

$$\delta_j = \frac{D_{t,j}^{neg} - \sum_{i=1}^k S_{t,i}^{neg,j}}{D_{t,j}^{neg}} \quad (5.7)$$

( $S_{t,i}^{neg,j}$  est la quantité achetée par l'acheteur  $j$  au vendeur  $i$  à la période  $t$ .) Cela signifie que le moins de demande excédentaire lui restant à la fin de la période, le moins probable il sera qu'il change de marché à la période suivante. En effet on considère que s'il réussit à acheter la quantité qu'il désirait sur le marché à un prix le satisfaisant, il n'a pas de raison de partir.

La probabilité pour un acheteur de revenir sur le marché négocié  $\phi_j$  va dépendre de la capacité du marché. Plus il y aura de poissons invendus sur le marché négocié à la fin de la période  $t$ , le plus probable sera son retour en  $t + 1$ . Cela se base sur l'idée qu'il lui sera plus facile d'acheter du poisson sur un marché ou l'offre est supérieure à la demande, lui donnant un plus grande incitation à y retourner.

$$\phi_j = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n S_{t,i}^{neg,j}}{\sum_{i=1}^n S_{t,i}^{neg}} \quad (5.8)$$

Concernant les agents aléatoires, ceux-ci, comme leur nom l'indique, jouent au hasard. Cela signifie que les vendeurs mettent chaque jour une proportion aléatoire de leurs produits sur le marché négocie, et que les acheteurs choisissent tout les jours de manière aléatoire sur quel marché il vont aller commercer.

### 5.3.2 Résultats de la simulation

Les paramètres de la simulation reprennent les valeurs observées sur le marché empirique. Nous avons donc généré 200 vendeurs et 100 acheteurs, avec 13% des vendeurs et 10% des acheteurs qui adoptent une stratégie aléatoire, représentant les agents (vendeurs comme acheteurs) venant de manière très irrégulière sur le marché. Les offres individuelles des vendeurs sont distribuées uniformément sur l'intervalle  $S_i \in [0, 60]$ , et les demandes individuelles des acheteurs sur l'intervalle  $D_j \in [0, 120]$ . Le nombre de vendeurs qu'un acheteur peut rencontrer chaque jour est  $k = 20$ .  $\gamma$  est égal 0.1.

Les données présentées ici montrent les résultats de la simulation sur une période de  $T = 20000$  périodes. Afin de ne pas représenter de phénomène transitoire, les 500 premières périodes ne sont pas considérées.

Les résultats sont cohérents avec l'analyse empirique. La figure (5.2) montre que sur le marché artificiel il existe une relation négative au niveau agrégé entre le prix et la quantité (Ligne rouge sur la figure), même si cette relation n'est pas claire au niveau individuel.

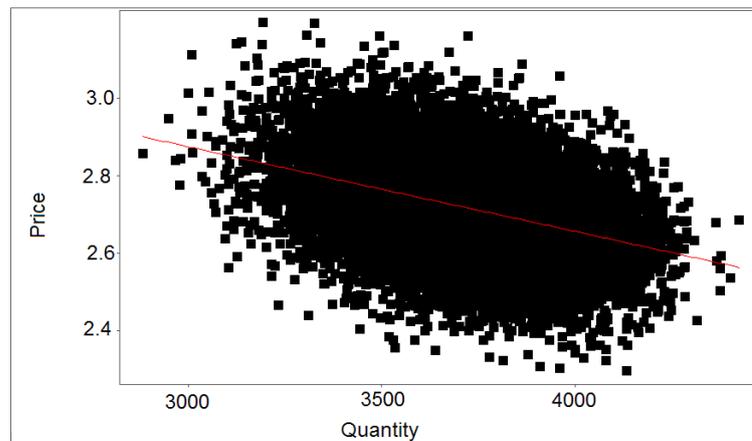


FIGURE 5.2 – Relation prix-quantité sur le marché simulé et sa régression linéaire (ligne rouge)

Le marché simulé reproduit le même comportement stable au niveau agrégé entre les deux sous-marchés que sur le marché réel, ainsi que le switching des agents d'un marché à l'autre. La figure (5.3) montre le pourcentage de la quantité mise sur le marché négocié chaque jour dans notre marché artificiel. Nous avons en moyenne 57.5% vendu sur le marché négocié, avec un écart type de 4.6%. (Que nous pouvons comparer avec une moyenne de 58% et un écart type de 15.4% sur le marché réel) Nous pouvons constater que cette proportion est beaucoup plus stable dans la simulation. Cela s'explique facilement par la plus grande homogénéité des jours entre eux sur le marché artificiel. En effet l'offre globale est fixe, nous n'avons qu'un type de bien vendu tous les jours, etc.

Si, afin de vérifier la robustesse du modèle, nous choisissons d'avoir 100% d'agents (acheteurs et vendeurs) agissant aléatoirement, nous obtenons bien évidemment une moyenne de 50% vendue sur le marché négocié, et une absence de relation entre le prix et la quantité. Si par contre seul les acheteurs agissent de manière aléatoire, alors 34% seulement des marchandises sont mises en vente sur le marché négocié. Le comportement erratique des acheteurs provoquant de trop grosses quantités d'inventus poussant les vendeurs à diminuer les quantités mises en vente.

Le marché simulé reproduit également le comportement de switching des agents entre les deux sous marchés. La figure (5.3) montre que le pourcentage est stable, dans le sens qu'il n'y a pas convergence vers un sous-marché. La stabilité du processus est confirmée par le test de Dickey-Fuller augmenté, (sur la racine unitaire) celui-ci rejetant l'hypothèse nulle. Afin de pouvoir observer les variations de quantité, nous avons extrait les variation pour 100 pas de temps choisis au hasard (Fig.5.4).

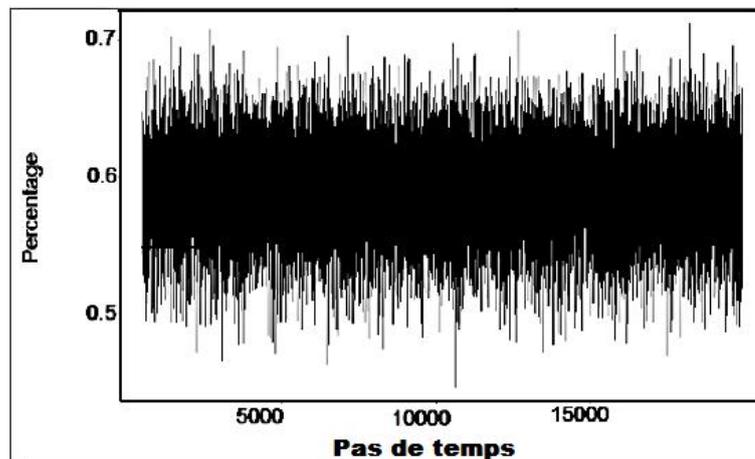


FIGURE 5.3 – Pourcentage de la quantité sur le marché négocié simulé.

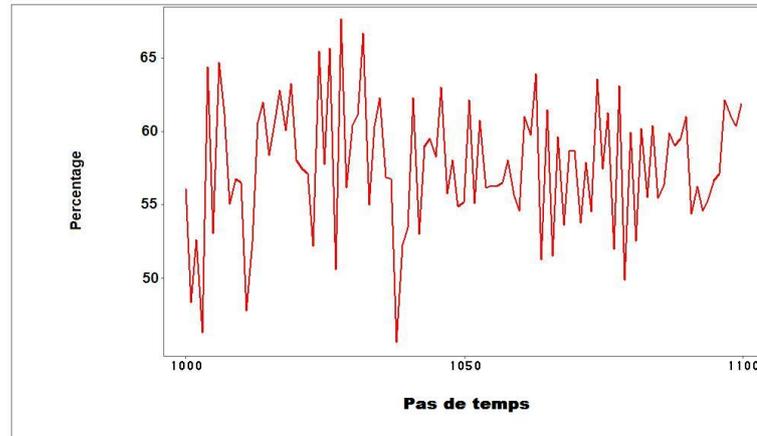


FIGURE 5.4 – Pourcentage de la quantité sur le marché négocié simulé sur 100 pas de temps.

Étant donnée l'hétérogénéité des individus, nous pouvons affirmer que cette relation observée au niveau agrégé est le résultat de l'interaction des agents. Les quantités invendues sont relativement importantes sur ce marché artificiel (autour de 18%) comparé au marché réel. Cela s'explique facilement par la simplicité du processus d'apprentissage. Dans la réalité, les gens révisent leur prix de réserve en continu, n'hésitant pas à l'augmenter en fin de journée pour les acheteurs n'ayant pas trouvé de quantité satisfaisante de poissons, ou de les baisser pour les vendeurs ayant trop d'invendus. Ce résultat pourrait facilement être amélioré en permettant aux agents de modifier leurs prix plusieurs fois dans un 'jour'.

## 5.4 Hétérogénéité des profits

### 5.4.1 Introduction

Le modèle précédent possédant une limitation importante, consistant en une non prise en compte du prix sur le marché d'enchères, nous avons mis au point un second modèle, plus complet dans lequel les agents prennent en considération les prix des deux marchés. L'idée de départ est extrêmement simple : Les acheteurs ont comme but de minimiser le prix de leurs achats, et les vendeurs doivent au contraire maximiser leurs profits.

Afin de simplifier légèrement le problème, les agents n'ont la possibilité de visiter qu'un seul des deux sous-marchés chaque jour. Cela ne diffère pas trop des faits empiriques observés, qui ont mis en évidence un coût important à cette possibilité, particulièrement pour les vendeurs.

Les biens à échanger sont divisés en deux catégories : les biens rares et les biens courants.<sup>1</sup>

Comme dans le marché 'réel' nous aurons deux principaux types de vendeurs. L'un ayant principalement à vendre des poissons 'rares', et un autre ayant au contraire à sa disposition une majorité de poissons 'courants'.

Une hypothèse forte est utilisée dans ce modèle. Nous considérons que les acheteurs sont prêts à payer plus cher les produits rares sur le marché négocié. Afin de justifier cette hypothèse nous pouvons utiliser le fait que l'introduction du marché négocié sur le marché réel a conduit à une diminution du prix des poissons 'rares' sur le marché d'enchères, et à un prix élevé sur le marché négocié.

Le but de ce modèle est de montrer que cette seule hypothèse permet de créer un modèle capable de reproduire quatre des faits stylisés primordiaux observés de manière empirique :

- La coexistence stable des deux mécanismes de vente.
- La présence continue de switching des agents d'un marché à l'autre.
- L'existence de deux stratégies bien différenciées de la part des vendeurs.
- Une différence de prix significative entre les deux marchés pour certaines espèces de poissons.

### 5.4.2 Le design

#### 5.4.2.1 les vendeurs

Nous commençons par définir les vendeurs.

Nous avons  $i = 1, \dots, n$  vendeurs qui jouent à chaque période.

---

1. Nous considérons que plus la différence entre la demande et l'offre est importante, plus le bien est rare.

Ceux-ci sont définis par :

- Une quantité de bien rare :  $Q_{r,i}$
- Une quantité de bien courant :  $Q_{c,i}$
- une espérance de prix sur le marché négocié pour les biens rares :  $P_{r,i,t}^{\hat{n}}$
- une espérance de prix sur le marché négocié pour les biens courant :  $P_{c,i,t}^{\hat{n}}$
- une espérance de prix sur le marché d'enchères pour les biens rares :  $P_{r,i,t}^{\hat{a}}$
- une espérance de prix sur le marché d'enchères pour les biens courant :  $P_{c,i,t}^{\hat{a}}$

À chaque pas de temps, les vendeurs calculent l'espérance de profit sur chacun des deux marchés à l'aide des informations dont ils disposent. La probabilité du choix du marché va dépendre de la différence de profit espéré. Ceux-ci vont s'orienter vers le marché ou ils pensent obtenir le meilleur profit. Le profit espéré est tout simplement la quantité de chacun des deux types de biens qu'ils ont à leur disposition, multiplié par le prix espéré pour chacun d'eux.

$$Pr_j^{neg} = (Q_{r,i} * P_{r,i,t}^{\hat{n}}) + (Q_{c,i} * P_{c,i,t}^{\hat{n}}) \text{ profit espéré sur le marché négocié.} \quad (5.9)$$

$$Pr_j^{auc} = (Q_{r,i} * P_{r,i,t}^{\hat{a}}) + (Q_{c,i} * P_{c,i,t}^{\hat{a}}) \text{ profit espéré sur le marché d'enchères.} \quad (5.10)$$

Si le vendeur va sur le marché négocié, le prix espéré sera celui qu'il demandera aux acheteurs en échange de sa marchandise.

Les vendeurs se divisent en deux groupes afin de représenter au mieux les faits empiriques, l'un ayant à vendre principalement des biens rares, l'autre des biens courants.

#### 5.4.2.2 Les acheteurs

Nous avons  $j = 1, \dots, n$  acheteurs qui jouent à chaque période.

Ceux-ci possèdent un prix de réserve pour chaque catégorie de bien défini comme suit : 5.11, 5.12

$$r_{j,r} = 2 * x_{i,r} + 2 \text{ avec } 0 < x_{i,r} < 1 \quad (5.11)$$

avec  $x_{i,r}$  une variable idiosyncratique.

$$r_{j,c} = x_{i,c} + 1 \text{ avec } 0 < x_{i,c} < 1 \quad (5.12)$$

avec  $x_{i,c}$  une variable idiosyncratique.

Afin d'avoir des prix de réserve plus élevés pour les biens rares.

Les acheteurs sont également définis par :

- Une demande de bien rare :  $D_{r,j}$
- Une demande de bien courant :  $D_{c,j}$
- une espérance de prix sur le marché négocié pour les biens rares :  $P_{r,j,t}^{\hat{n}}$
- une espérance de prix sur le marché négocié pour les biens courant :  $P_{c,j,t}^{\hat{n}}$
- une espérance de prix sur le marché d'enchères pour les biens rares :  $P_{r,j,t}^{\hat{a}}$
- une espérance de prix sur le marché d'enchères pour les biens courant :  $P_{c,j,t}^{\hat{a}}$

Les acheteurs vont agir de manière symétrique aux vendeurs, et se diriger sur le marché où les prix seront les plus bas pour les biens qu'ils recherchent. Minimiser ce coût leur permettant de maximiser leurs profits.

$$C_j^{neg} = (D_{r,j} * P_{r,i,t}^{\hat{n}}) + (D_{c,j} * P_{c,i,t}^{\hat{n}}) \quad \text{coût espéré sur le marché négocié.} \quad (5.13)$$

$$C_j^{auc} = (D_{r,j} * P_{r,i,t}^{\hat{a}}) + (D_{c,j} * P_{c,i,t}^{\hat{a}}) \quad \text{coût espéré sur le marché d'enchères.} \quad (5.14)$$

Toute transaction faite par un acheteur devra bien sûr se faire en dessous de son prix de réserve.

### 5.4.2.3 Fonctionnement du marché

Le marché fonctionne de la manière suivante 5.5 :

À chaque itération, chaque vendeur commence par décider sur quel marché il va placer ses biens, en fonction des profits espérés. Pour ce faire les vendeurs commencent par calculer le rapport entre les deux marchés pour voir si l'un est plus intéressant que l'autre et dans quelle mesure.

$$R_{i,t} = \frac{Pr_i^{auc} - Pr_i^{neg}}{(Pr_i^{auc} + Pr_i^{neg})} \quad (5.15)$$

Nous obtenons un indice compris entre  $-1$  et  $1$ ,  $-1$  étant un profit infiniment supérieur sur le marché négocié, et  $1$  un profit infiniment supérieur sur le marché d'enchères.

Suite à cela les vendeurs choisissent le marché sur lequel il vont placer leur marchandise de manière probabiliste. Si  $R_{i,t} = 0$  (même profit sur les deux marchés) le choix sera aléatoire, avec 50% de chance d'aller sur l'un ou l'autre sous-marché.  $1$  (respectivement  $-1$ ) correspondant à une probabilité de 100% d'aller sur les enchères (respectivement sur le marché négocié)<sup>2</sup>.

---

2. Diverses lois donnant plus ou moins de poids au hasard ont été testées, avec des influences sur la dynamique globale marginales, nous présentons donc celle-ci qui présente l'avantage de la simplicité

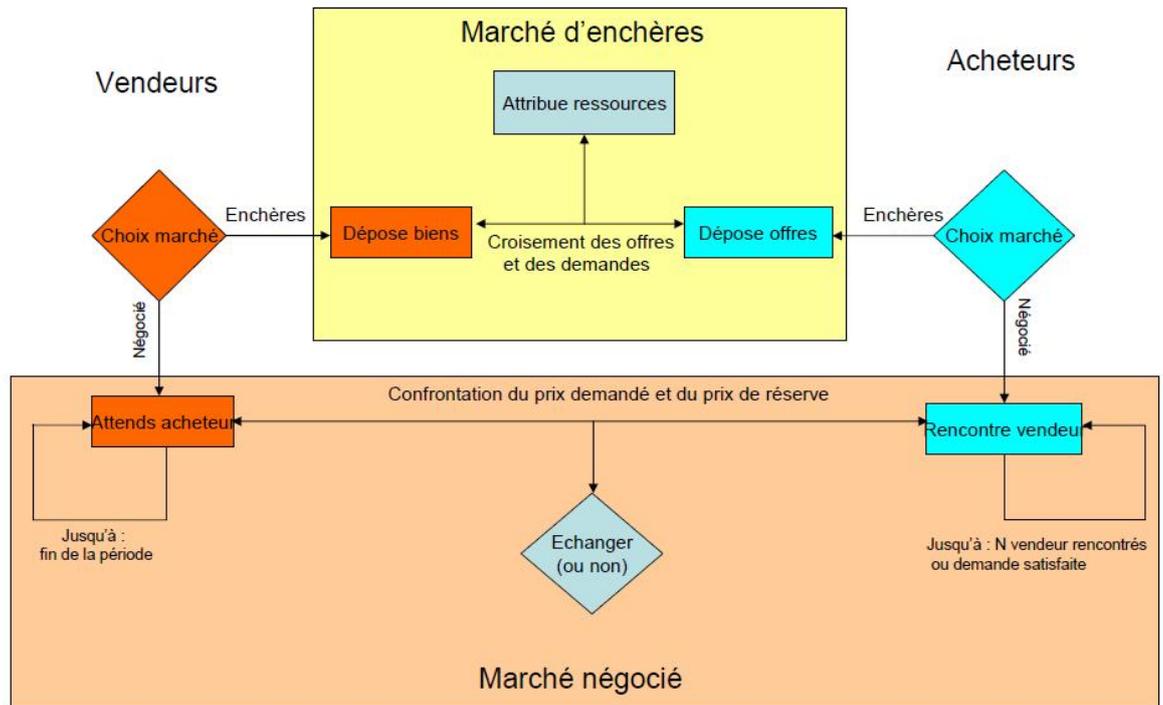


FIGURE 5.5 – Fonctionnement du modèle

Une fois que la sélection du marché a été faite par les vendeurs c'est au tour des acheteurs de prendre leur décision.

Cela se fait en utilisant un mécanisme similaire à celui des vendeurs (Eq.5.4.2.3) , en inversant juste les termes des enchères et ceux du négocié.

$$R_{j,t} = \frac{C_j^{meg} - C_j^{auc}}{(C_j^{meg} + C_j^{auc})} \quad (5.16)$$

Une fois cette étape effectuée, tous les acteurs ont choisi d'aller sur l'un au l'autre des deux sous-marchés. À partir d'ici, leur comportement va différer suivant qu'ils aient choisi les enchères ou le marché négocié. Nous présentons donc ceux-ci de manière séparée bien qu'ils aient lieu de manière simultanée.

#### 5.4.2.4 Marché d'enchères

La manière dont est modélisé le marché d'enchère est très simple, et est le plus simple des deux mécanismes considérés. Une fois que sont connus les prix de réserves et les demandes des acheteurs, ainsi que les quantités offertes par les vendeurs, le prix compétitif<sup>3</sup> est calculé (en utilisant un simple algorithme de tâtonnement) pour les deux types de biens. Nous avons donc un prix pour les bien rares  $P_{r,t}^{auc}$  et un prix pour les bien communs  $P_{c,t}^{auc}$ .

L'avantage du marché d'enchère est qu'il assure qu'il n'y aura pas d'invendus si la demande maximum globale (la demande cumulée de tout les acheteurs potentiels) est supérieure ou égale à l'offre globale, et permet dans l'autre cas (peu probable) un minimum d'invendus.

#### 5.4.2.5 Marché négocié

Le marché négocié simulé est totalement différent. Sur celui-ci, à chaque pas de temps chaque acheteur rencontre un nombre  $k$  fini de vendeurs et essaie de commercer avec eux. Pour chaque type de bien pris indépendamment, si le prix demandé par le vendeur est inférieur ou égal au prix de réserve de l'acheteur alors l'échange a lieu. Lorsque la demande d'un acheteur n'a pas été satisfaite après avoir rencontré  $k$  vendeurs, alors il est rationné.

Comme précisé précédemment nous avons ici comme hypothèse que les acheteurs sont prêts à payer plus cher les produits rares sur le marché négocié, cela se modélise en ajoutant un paramètre  $\alpha_j$ , propre à chaque acheteur, à son prix de réserve lorsqu'il est présent sur le marché négocié.

### 5.4.3 Mise à jour des prix

À la fin du pas de temps  $t$ , les acteurs vont tous mettre à jour leurs anciennes croyances concernant les prix sur les deux marchés, (Cela se fait en utilisant les prix observés en  $t$ ) afin que celles-ci soient meilleures en  $t + 1$ . La aussi le mécanisme diffère suivant que les agents aient choisi d'aller sur le marché d'enchère ou sur le marché négocié, car ceux-ci n'ont pas été exposés aux mêmes informations.

#### 5.4.3.1 Mise à jour des agents étant allés sur les enchères

Les acheteurs comme les vendeurs mettent à jour leurs croyances concernant les prix de la manière la plus simple possible .

---

3. Le prix pour lequel l'offre sera égale à la demande

Les informations que ces agents présents sur le marché d'enchère peuvent obtenir du marché négocié sont imparfaites. Les informations que nous supposons connue de tous sont les prix moyens du marché pour les deux types de biens, noté  $P_{r,i,t}^n$  et  $P_{c,i,t}^n$ .<sup>4</sup>

Sur ce marché d'enchère, les prix sont publics. Donc les espérances de prix en  $t + 1$  correspondent tout simplement aux prix observés en  $t$ .

$$P_{r,i,t+1}^{\hat{n}} = P_{r,i,t}^n \quad (5.17)$$

$$P_{c,i,t+1}^{\hat{n}} = P_{c,i,t}^n \quad (5.18)$$

$$P_{r,i,t+1}^{\hat{a}} = P_{r,i,t}^a \quad (5.19)$$

$$P_{c,i,t}^{\hat{a}} + 1 = P_{c,i,t}^a \quad (5.20)$$

#### 5.4.3.2 Mise à jour des agents étant allé sur le marché de gré à gré

Ici la situation est légèrement différente. Les agents disposent eux aussi des prix sur les enchères qui est une information publique, mais disposent également d'informations plus précises concernant le marché négocié.

De fait chaque vendeur a pu observer de manière directe la demande correspondant à son prix de réserve, et peut mettre à jour ses croyances de manière appropriée, augmentant son prix si la demande individuelle à été supérieure à la quantité dont il dispose, et le diminuant dans le cas contraire.

$$P_{r,i,t+1}^{\hat{n}} = P_{r,i,t}^{\hat{n}} * (1 + \lambda * \tanh \frac{\sum_{i=1}^n (D_{r,i}) - Q_{r,i}}{Q_{r,i}}) \quad (5.21)$$

$$P_{c,i,t+1}^{\hat{n}} = P_{c,i,t}^{\hat{n}} * (1 + \lambda * \tanh \frac{\sum_{i=1}^n (D_{c,i}) - Q_{c,i}}{Q_{c,i}}) \quad (5.22)$$

$$P_{r,i,t+1}^{\hat{a}} = P_{r,i,t}^a \quad (5.23)$$

$$P_{c,i,t+1}^{\hat{a}} = P_{c,i,t}^a \quad (5.24)$$

En ce qui concerne les acheteurs, ceux-ci n'ont pas vraiment d'intérêt à utiliser les prix observés plutôt que le prix moyen du marché. Nous procédons donc à une mise à jour identique à celle effectuée après être allé sur le marché d'enchères.

---

4. L'ajout de bruit à celui-ci ne modifiant en rien la dynamique globale du système tout en le complexifiant, l'idée a été abandonnée.

#### 5.4.4 Résultats des simulations

Les paramètres de la simulation cherchent à reprendre les valeurs observées sur le marché empirique. Nous avons donc généré 200 vendeurs et 100 acheteurs.

Le nombre de vendeurs qu'un acheteur peut rencontrer chaque jour est  $k = 3$ .  $\gamma$  est égal 0.1.

Les données présentées ici montrent le résultat de la simulation sur une période de  $T = 200$  périodes.

Dans un premier temps nous allons présenter le comportement du modèle lorsque les vendeurs n'ont qu'un seul type de bien (biens 'communs') à vendre. Dans ce cas de figure les offres individuelles de tous les vendeurs sont distribuées uniformément sur l'intervalle  $S_{i,c} \in [50, 100]$ .

Dans un deuxième temps nous prenons en compte les deux types de biens.

Les vendeurs se subdivisent en deux groupes de taille identique (100 agents). Comme sur le marché réel, le premier a principalement des biens 'rares' à vendre, et le second des biens 'communs'.

Les offres individuelles des vendeurs de ce premier groupe sont distribuées uniformément sur l'intervalle  $S_{i,r} \in [100, 200]$  pour les biens rares, et  $S_{i,c} \in [50, 100]$  les biens communs.

Les offres individuelles des vendeurs du second groupe sont distribuées uniformément sur l'intervalle  $S_{i,r} \in [50, 100]$  pour les biens rares, et  $S_{i,c} \in [200, 400]$  les biens communs.

Les demandes individuelles des acheteurs sont comprises sur l'intervalle  $D_j \in [150, 300]$  pour les biens 'rares' et les biens 'communs'. La demande globale de chaque type de biens est similaire, avec des offres globales très différentes.

##### 5.4.4.1 Cas général (un seul type de bien)

Dans le cas de figure où un seul type de biens est mis en vente, les résultats de la simulation montrent une convergence rapide des quantités vers le marché d'enchères. Il ne reste qu'une faible quantité résiduelle (en moyenne 6% des quantités) sur le marché négocié, due à la nature probabiliste du mécanisme de prise de décision.

Comme nous pouvons le constater, cela est loin de représenter la dynamique observée sur le marché de Boulogne-Sur-Mer.

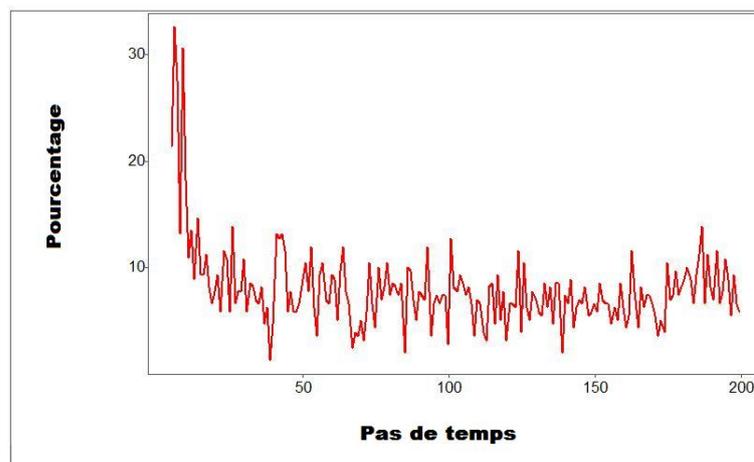


FIGURE 5.6 – Pourcentage des quantités mises en ventes sur le marché négocié simulé.

#### 5.4.4.2 Cas avec deux types de biens

Nous nous plaçons à présent dans le cas où les vendeurs disposent de deux types de biens distincts. Les résultats sont alors cohérents avec l'analyse empirique. Nous parvenons à reproduire les quatre faits stylisés désirés :

- Une distribution bimodale des vendeurs, se spécialisant sur l'un des deux marchés.
- Un switching des vendeurs entre les deux marchés, plus ou moins fort suivant les caractéristiques des vendeurs et du marché.
- une coexistence stable des deux mécanismes grâce à des avantages distincts plus ou moins importants pour chaque agent suivant ses caractéristiques idiosyncratiques.

#### 5.4.4.3 Coexistence

La coexistence des deux systèmes de vente est une condition sine qua non pour qu'un modèle puisse prétendre représenter de près ou de loin le marché réel de Boulogne-sur-Mer. Nous pouvons constater que, comme dans le premier modèle, cette condition est respectée ici (Fig.5.7). Chaque sous-marché attirant principalement un sous type de la population. La proportion des quantités à l'équilibre n'a pas grande importance ici, et peut être modifiée en changeant certains paramètres du modèle qui ne sont pas observables dans notre base de données (demande et prix de réserve des acheteurs.) Cependant, et c'est ce qui nous importe, il existe une stabilité dans la coexistence des deux marchés.

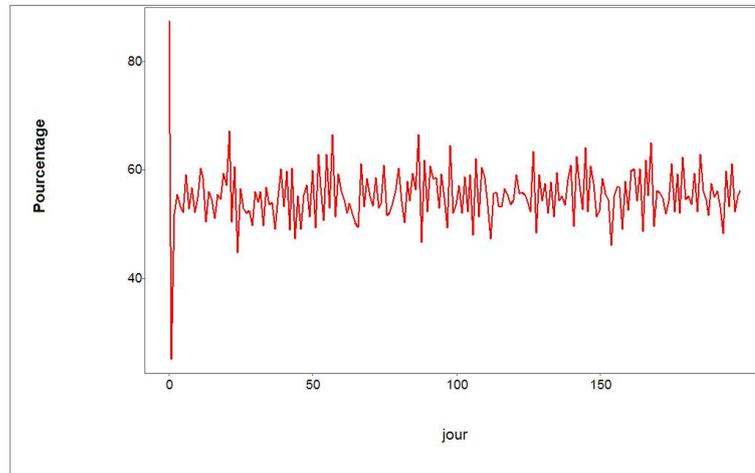


FIGURE 5.7 – Pourcentage de la quantité sur le marché négocié simulé.

#### 5.4.4.4 Distribution bimodale

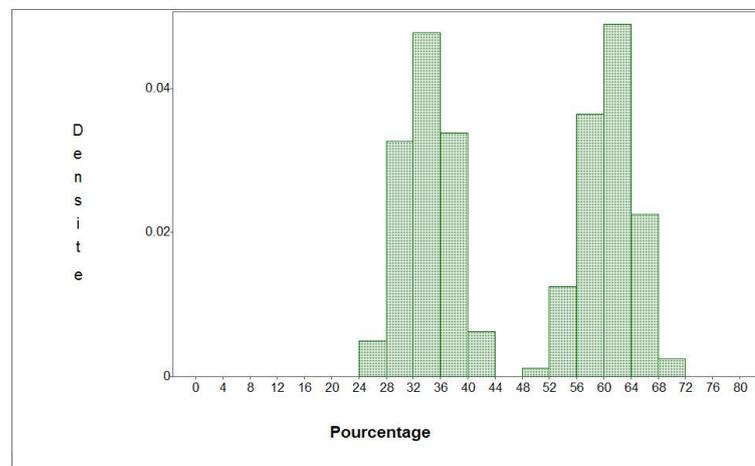


FIGURE 5.8 – distribution de la proportion mise sur le marché négocié par chaque vendeur.

Si nous regardons la distribution des proportions vendues aux enchères par les agents figure (5.8), nous observons une distribution bimodale des marchandises. Les vendeurs disposant majoritairement de biens rares vendant préférentiellement sur le marché négocié, et ceux ayant plus de biens courants allant plus sur le marché d'enchères. Là encore le niveau de préférence peut être modifié en jouant avec les paramètres du modèle. Le seul fait important étant dans l'existence même de l'émergence de deux groupes de stratégies distincts, tel qu'observé sur le marché empirique.

#### 5.4.4.5 Switching

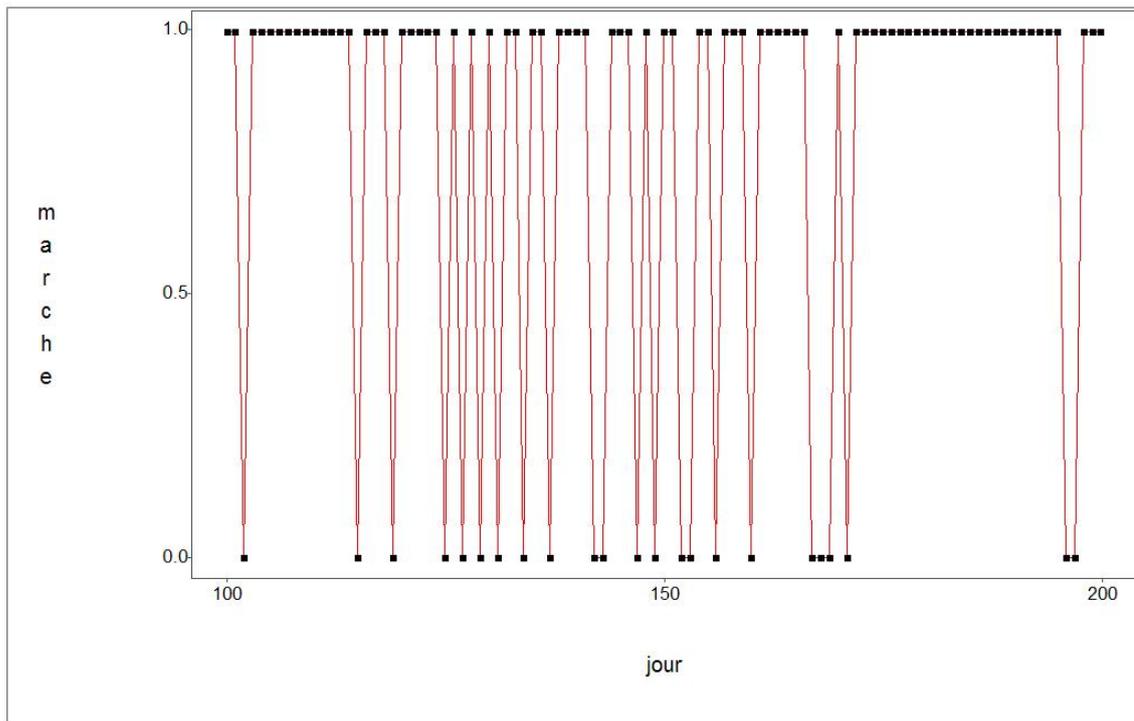


FIGURE 5.9 – Switching d'un marché à l'autre pour un vendeur pris au hasard.

Nous vérifions également qu'il existe un switching des agents d'un marché à l'autre, que bien qu'ils aient une préférence pour un des deux mécanismes ils continuent à utiliser les deux sous marchés. Là encore ce phénomène est présent dans notre modèle 5.9

#### 5.4.4.6 Différences de prix pour un même bien

Enfin nous vérifions qu'il existe bien des différences de prix significatives entre les deux systèmes de vente pour un même type de bien. Nous observons que les biens 'communs' sont plus chers sur le marché d'enchère (l'écart peut être réduit en augmentant le paramètre  $k$ ), et les biens rares sont plus chers sur le marché de gré à gré.

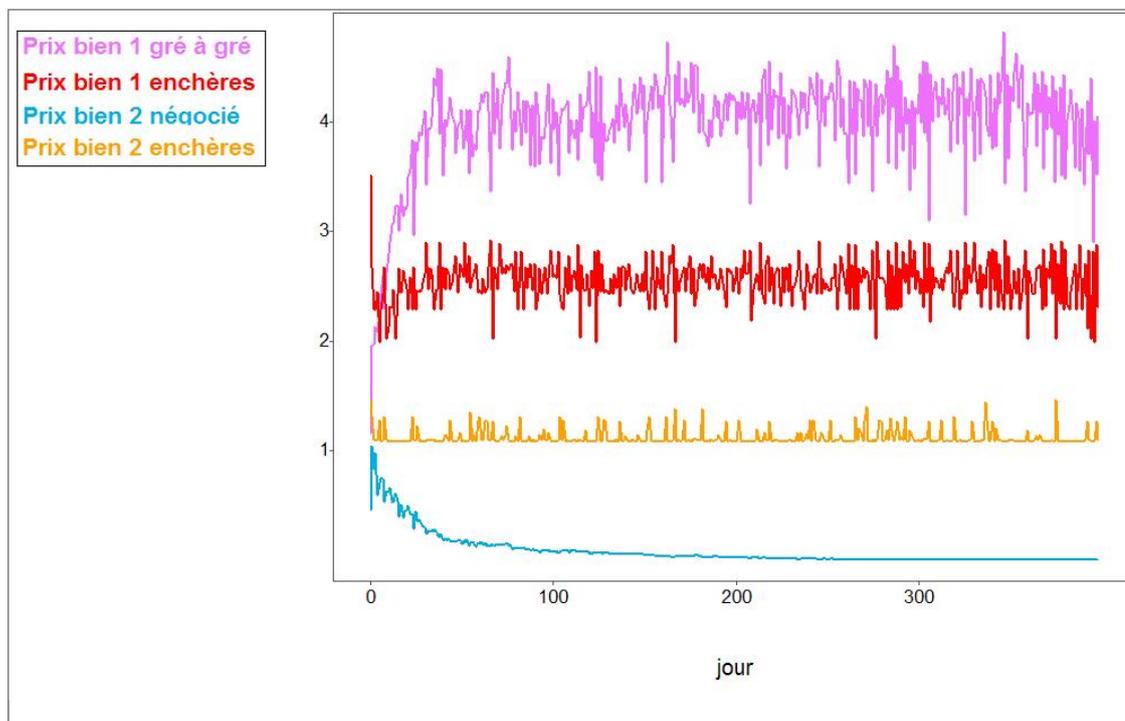


FIGURE 5.10 – Évolution des prix des deux types de bien sur chacun des marchés.

### 5.4.5 Conclusion

Nous avons construit ici un modèle simple permettant d'expliquer à la fois la distribution bimodale des quantités individuelles vendues sur les marchés ainsi que les différences dans les probabilités de switching dans un marché sur lequel deux mécanismes de ventes distincts existent.

La principale faiblesse de ce modèle est le "deus ex machina" permettant des prix plus élevés pour les biens rares sur le marché négocié, faiblesse que nous nous attelons à résoudre dans le modèle suivant.

## 5.5 Hétérogénéité des liens sociaux

À présent que nous avons établi les conditions nécessaires à la reproduction, des principaux faits stylisés, il reste à comprendre pourquoi les biens rares se vendent plus cher sur le marché de gré à gré. Nous avons pu constater dans le chapitre précédent l'importance primordiale des relations sociales au sein de ce genre de mécanisme de vente.

Nous ajoutons un système permettant aux agents de créer des liens entre eux. Ceux-ci vont permettre aux vendeurs d'échanger en priorité avec les acheteurs auxquels ils sont liés, et ce, à des tarifs prédéterminés.

Le principe est le suivant :

Il existe un prix compétitif sur le marché d'enchères, mais payer son poisson à ce prix comporte un risque important de ne pas obtenir de quantités suffisantes de poissons 'rares'. Les agents ne connaissent pas la distribution des prix de réserve ni les quantités qui seront mises en vente sur chaque sous-marché. L'offre étant inférieure à la demande il existe un risque pour les acheteurs. Une solution est pour les acheteurs ayant besoin de ce type de bien (et en ayant les moyens) est de créer un 'contrat' avec un vendeur, lui achetant tout ses poissons 'rares' à un prix supérieur au prix moyen des enchères. Si le vendeur est spécialisé dans ce type de biens, le gain apporté peut lui faire préférer le marché négocié malgré la perte probable qu'il subira sur les biens 'communs' dont les prix sont en général plus faibles sur le marché négocié. Dans ce cas de figure, où à la fois vendeur et acheteur ont intérêt à commercer ensemble sur le marché négocié, nous leur permettons de créer un lien commercial entre eux, leur donnant la possibilité d'échanger à un prix fixé au moment de la création du lien susmentionné.

### 5.5.1 Le design

Le modèle utilisé dans cette partie s'inspire du précédent. À celui-ci nous nous contentons de lui ajouter la possibilité pour les acheteurs et vendeurs de créer des liens entre eux, et enlevons l'hypothèse que certains types de biens sont vendus plus cher sur le marché négocié. Ce phénomène va à présent devoir émerger, être une conséquence de ces relations.

#### 5.5.1.1 Les vendeurs

Nous avons  $i = 1, \dots, n$  vendeurs qui jouent à chaque période.

Ceux-ci sont définis par :

- Une quantité de bien rare :  $Q_{r,i}$
- Une quantité de bien courant :  $Q_{c,i}$
- une espérance de prix sur le marché négocié pour les biens rares :  $P_{r,i,t}^{\hat{n}}$

- une espérance de prix sur le marché négocié pour les biens courant :  $P_{c,i,t}^{\hat{n}}$
- une espérance de prix sur le marché d'enchères pour les biens rares :  $P_{r,i,t}^{\hat{a}}$
- une espérance de prix sur le marché d'enchères pour les biens courant :  $P_{c,i,t}^{\hat{a}}$
- un tableau de liens :  $L_i$

À chaque pas de temps les vendeurs calculent l'espérance de profit sur chacun des deux marchés, la probabilité du choix du marché dépendant de la différence de profit espéré.

$$Pr_j^{neg} = (Q_{r,i} * P_{r,i,t}^{\hat{n}}) + (Q_c * P_{c,i,t}^{\hat{n}}) \text{ profit espéré sur le marché négocié.} \quad (5.25)$$

$$Pr_j^{auc} = (Q_{r,i} * P_{r,i,t}^{\hat{a}}) + (Q_c * P_{c,i,t}^{\hat{a}}) \text{ profit espéré sur le marché d'enchères.} \quad (5.26)$$

Les vendeurs se divisent en deux groupes afin de représenter au mieux les faits empiriques, l'un ayant à vendre principalement des biens rares, l'autre des biens courants.

Si jamais les vendeurs possèdent un ou des liens avec des acheteurs, alors ils sont forcés d'aller sur le marché négocié, pour vendre sa marchandise à un prix prédéfini à des acheteurs prédéterminés.

### 5.5.1.2 Les acheteurs

Nous avons  $j = 1, \dots, n$  acheteurs qui jouent à chaque période.

Ceux-ci possèdent un prix de réserve pour chaque catégorie de bien défini comme suit : 5.27, 5.28

$$r_{j,r} = 2 * x_{i,r} + 2 \text{ avec } 0 < x_{i,r} < 1 \quad (5.27)$$

avec  $x_{i,r}$  une variable idiosyncratique.

$$r_{j,c} = x_{i,c} + 1 \text{ avec } 0 < x_{i,c} < 1 \quad (5.28)$$

avec  $x_{i,c}$  une variable idiosyncratique.

Afin d'avoir des prix de réserve plus élevés pour les biens rares.

Les acheteurs sont définis par :

- Une demande de bien rare :  $D_{r,j}$
- Une demande de bien courant :  $D_{c,j}$
- une espérance de prix sur le marché négocié pour les biens rares :  $P_{r,j,t}^{\hat{n}}$
- une espérance de prix sur le marché négocié pour les biens courant :  $P_{c,j,t}^{\hat{n}}$
- une espérance de prix sur le marché d'enchères pour les biens rares :  $P_{r,j,t}^{\hat{a}}$
- une espérance de prix sur le marché d'enchères pour les biens courant :  $P_{c,j,t}^{\hat{a}}$
- une liste de liens :  $L_j$

Les acheteurs vont se diriger sur le marché ou ils pourront minimiser leurs coûts.

$$C_j^{neg} = (D_{r,j} * P_{r,j,t}^{\hat{n}}) + (D_{c,j} * P_{c,j,t}^{\hat{n}}) \text{ coût espéré sur le marché négocié.} \quad (5.29)$$

$$C_j^{auc} = (D_{r,j} * P_{r,j,t}^{\hat{a}}) + (D_{c,j} * P_{c,j,t}^{\hat{a}}) \text{ coût espéré sur le marché d'enchères.} \quad (5.30)$$

Si jamais un acheteur possède un ou des liens, celui-ci sera forcé d'aller sur le marché négocié pour commercer avec le ou les vendeurs auxquels il est lié.

### 5.5.1.3 Mécanisme de création des liens

Le mécanisme de création de liens est basé sur les principes suivants :  
Sur le marché d'enchères, seuls les biens comptent, et pas les vendeurs eux-mêmes. On considère que les acheteurs se comportent comme si l'identité du vendeur leur était inconnue.

Chaque vendeur allant sur le marché d'enchère peut donc espérer gagner, en moyenne, le prix compétitif du marché d'enchère pour chaque type de bien.

Certains acheteurs ont besoin de biens rares tous les jours au risque de subir des pertes (restaurateurs qui ne peuvent pas se permettre de changer son menu tous les jours, poissonnier ayant des achats réguliers de certains types de poisson, etc). Certains agents seront donc prêts à payer plus cher pour être certains d'avoir une quantité minimale de biens rares. Hors, sur les enchères, un acheteur ne peut jamais être sûr à 100% de remporter suffisamment de biens.

Un acheteur ayant besoin de beaucoup de biens rares et un vendeur en proposant de grandes quantités auront donc tout les deux intérêts à créer un lien entre eux, car :

- L'acheteur sera sûr d'avoir de grandes quantités de ce type de bien.
- Le vendeur sera sûr de vendre sa production à un prix qui sera supérieur au prix moyen des enchères.

Un lien entre un acheteur et un vendeur sera donc créé si les deux conditions suivantes sont respectées :

**Du côté du vendeur :** Le profit espéré sur le marché négocié après création du lien doit être supérieur au profit espéré sur le marché d'enchères.

$$\text{Si } ((Q_{r,j} * P_{r,j,t}^{\hat{a}}) + (Q_{c,j} * P_{c,j,t}^{\hat{a}})) < ((Q_{r,j} - Q_{r,j,i}) * P_{r,j,t}^{\hat{a}}) + ((Q_{c,j} - Q_{c,j,i}) * P_{c,j,t}^{\hat{a}}) + (Q_{r,j,i} * P_{r,i}) + (Q_{c,j,i} * P_{c,i})$$

Alors le vendeur  $j$  voudra créer un lien avec l'acheteur  $i$ .

avec  $Q_{r,j,i}$  la quantité de bien rare acheté par l'acheteur  $i$  au vendeur  $j$ , au prix  $P_{r,i}$  et  $Q_{c,j,i}$  la quantité de bien normal acheté par l'acheteur  $i$  au vendeur  $j$ , au prix  $P_{c,i}$

**Du côté de l'acheteur :** la quantité de bien rare dont dispose le vendeur est supérieure ou égale à la moitié de sa demande de bien rare.

### 5.5.2 Déroulement du marché

Le marché fonctionne de la manière suivante :

#### Coté vendeurs :

À chaque itération, chaque vendeur commence par décider sur quel marché il va placer ses biens, en fonction des profits espérés (sauf si la présence de lien avec un acheteur l'oblige à aller sur le marché négocié).

Pour ce faire les vendeurs commencent par calculer le rapport entre les profits espérés sur les deux marchés pour voir si l'un est plus intéressant que l'autre et dans quelle mesure.

$$R_{i,t} = \frac{Pr_i^{auc} - Pr_i^{neg}}{(Pr_i^{auc} + Pr_i^{neg})} \quad (5.31)$$

Nous obtenons un indice compris entre  $-1$  et  $1$ ,  $-1$  étant un profit infiniment supérieur sur le marché négocié, et  $1$  un profit infiniment supérieur sur le marché d'enchères.

Suite à cela les vendeurs choisissent le marché sur lequel il vont placer leur marchandise de manière probabiliste. Si  $R_{j,t} = 0$  le choix sera aléatoire, avec 50% de chance d'aller sur l'un ou l'autre sous-marché.  $1$  (respectivement  $-1$ ) correspondant à une probabilité de 100% d'aller sur les enchères (respectivement sur le marché négocié).

Une fois que la sélection du marché a été faite par les vendeurs c'est au tour des acheteurs de choisir.

#### Coté acheteurs :

Cela se fait en utilisant un mécanisme similaire à celui des vendeurs, en inversant juste les termes des enchères et ceux du marché négocié. Les acheteurs ayant des liens avec un vendeur sont forcés d'aller sur le marché négocié.

$$R_{j,t} = \frac{C_j^{neg} - C_i^{auc}}{(C_i^{neg} + C_j^{auc})} \quad (5.32)$$

À présent, tous les acteurs ont choisi d'aller sur l'un au l'autre des deux sous-marchés. À partir d'ici, leur comportement va différer suivant qu'ils aient choisi les enchères ou le marché négocié. Nous présentons donc ceux-ci de manière séparée bien qu'ils aient lieu en même temps.

### 5.5.2.1 Marché d'enchères

Le marché d'enchères est le même que dans le modèle précédent.

Une fois que sont connus les prix de réserves et les demandes des acheteurs, ainsi que les quantités offertes par les vendeurs, le prix compétitif est calculé. Nous avons donc un prix pour les bien rares  $P_{r,t}^{auc}$  et un prix pour les bien communs  $P_{c,t}^{auc}$ .

### 5.5.2.2 Marché négocié

Le marché négocié est similaire au modèle précédent, auquel nous ajoutons le fait que certains agents échangent leurs marchandises à des agents dont l'identité à été déterminée à priori, à des prix fixés auparavant.

Sur celui-ci, à chaque pas de temps chaque acheteur rencontre un nombre  $k$  finit de vendeurs et essayent de commercer avec eux. Pour chaque type de bien prix indépendamment, si le prix demandé est inférieur ou égal au prix de réserve de l'acheteur alors l'échange à lieu. Lorsque la demande d'un acheteur n'a pas été satisfaite après avoir rencontré  $k$  vendeurs, alors il est rationné.

## 5.5.3 Simulation

Les résultats obtenus reproduisent les faits stylisés souhaités :

### 5.5.3.1 Coexistence des deux mécanismes de vente

Le modèle présenté dans cette partie permet une coexistence des deux mécanismes de vente, dans des proportions équivalentes à celles que nous pouvons observer de manière empirique (proportions qui pourraient être modifiées en faisant varier les paramètres). (5.11).

Après une période d'apprentissage initiale ou cette proportion fluctue grandement, nous aboutissons à un équilibre stable période après période.

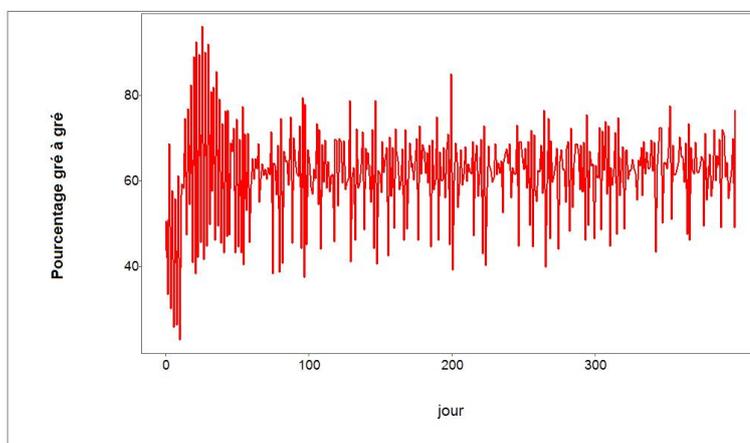


FIGURE 5.11 – Pourcentage de la quantité sur le marché négocié simulé.

### 5.5.3.2 Distribution bimodale

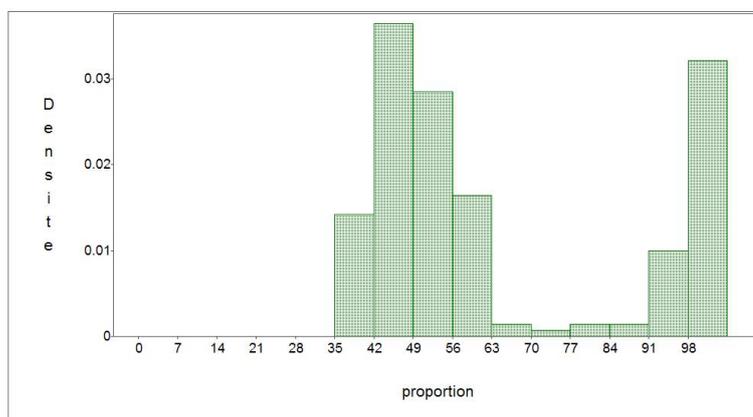


FIGURE 5.12 – distribution de la proportion mise sur le marché négocié par chaque vendeur.

Nous montrons ici l’existence de deux formes de stratégies distinctes pour les vendeurs, chacune privilégiant l’un des deux mécanismes de vente. (5.12)

Les agents disposant de plus de biens ‘rares’ se concentrant sur le marché négocié.

### 5.5.3.3 Switching

Dans ce modèle le switching des vendeurs disparaît pour ceux créant un ‘contrat’ avec les acheteurs. En effet dans un souci de simplification nous ne leur accordons pas la possibilité de renégocier ceux-ci, les agents sont toujours les mêmes à chaque pas de temps, et les quantités stables au contraire du marché réel. Cela conduit ces agents à ne plus jamais

quitter le marché de gré à gré (cela pourrait être corrigé en complexifiant la simulation).

Les vendeurs ne créant pas de liens, quand à eux, reproduisent ce phénomène de 'switching' d'un marché à l'autre, comme dans la simulation précédente.

#### 5.5.3.4 Différences de prix pour un même bien

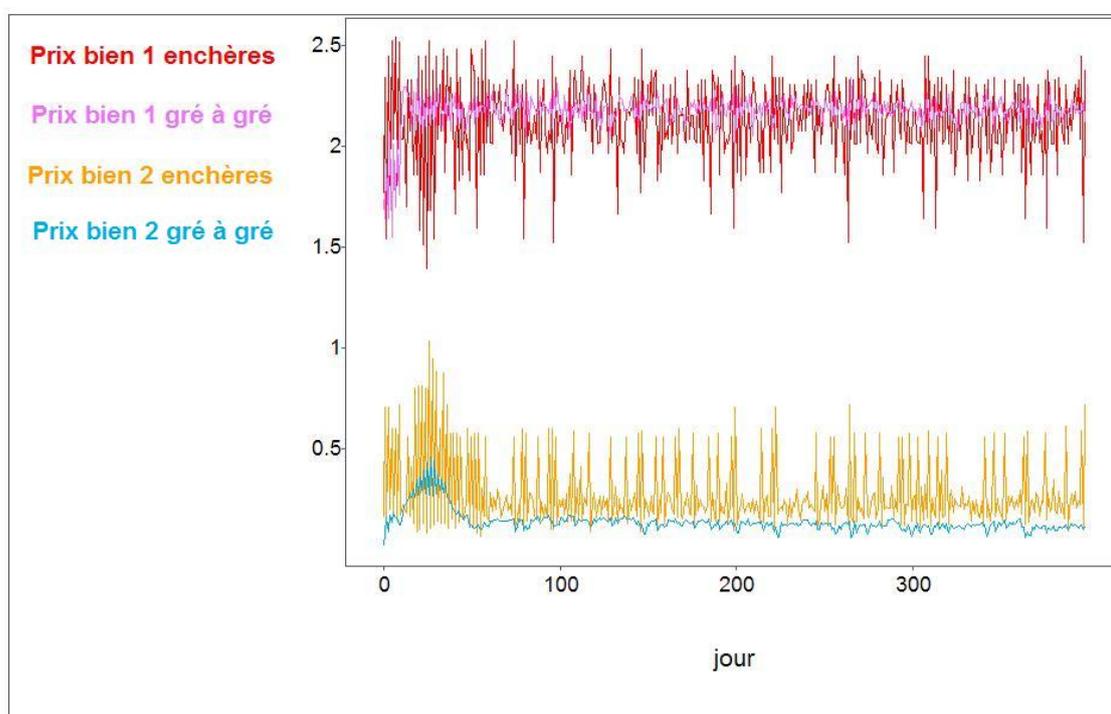


FIGURE 5.13 – Évolution des prix des deux types de bien sur chacun des marchés.

Le dernier fait stylisé voulant être reproduit est celui de l'existence d'une différence de prix significative d'un même bien en fonction du mécanisme de vente utilisé.

Nous obtenons les résultats espérés : des biens 'rares' significativement plus cher sur le marché de gré à gré, et des biens 'communs' plus chers sur le marché d'enchères<sup>5</sup>.

La encore l'importance de ces différences varie en fonction des paramètres.

Il existe une volatilité des prix plus basse sur le marché de gré à gré simulé, du fait de la fixation du prix de certaines transactions d'un jour à l'autre, fait également observable sur le marché réel.

5. Les différences de prix sont significatives, cela est confirmé par un test de Student

### 5.5.4 Conclusion

Ce troisième modèle a démontré sa capacité à reproduire les principaux faits stylisés représentatifs du marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer, en se passant de l'hypothèse sur les prix du modèle précédent. Les précédents résultats démontrent que le modèle agit en accord avec les faits stylisés que nous souhaitons mettre en exergue. La prise en compte du risque permet donc d'expliquer ces différences de prix entre les deux sous-marchés, et par ce biais la cohabitation des deux mécanismes de vente.

## 5.6 Conclusion du chapitre

Nous avons dans ce chapitre proposé trois modèles d'une complexité croissante cherchant à reproduire et expliquer le comportement du marché au niveau agrégé à l'aide de règles individuelles simples. Nous avons abordé un certain nombre de questions concernant le fonctionnement du marché aux poissons de Boulogne sur Mer, et du comportement des agents sur ce marché.

La principale question que nous nous posons est celle de la coexistence. Pourquoi deux structures de marchés distinctes coexistent-elles à Boulogne sur Mer, alors que celles-ci sont accessibles aux mêmes agents économiques ? Les modèles définis précédemment montrent que ce phénomène advienne, il suffit que chaque structure de marché dispose d'un avantage distinct, dont les agents peuvent plus ou moins tirer profit en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques.

Une autre question posée est celle de la différence de prix observée empiriquement entre les deux sous-marchés. Certains types de biens sont vendus plus cher sur le marché d'enchère et d'autres plus cher sur le marché négocié. Comme nous le montrons, cela peut s'expliquer par les avantages respectifs des deux marchés, chacun avantageant un type de bien spécifique. Le marché d'enchère est plus 'efficace', dans le sens où l'offre et la demande se rencontrent de manière optimale, permettant de tirer le meilleur prix des biens. Et le marché négocié permettant aux acheteurs de payer plus cher les biens les plus difficiles à obtenir pour limiter le risque d'être rationné.

Nous avons comme objectif de poursuivre ces travaux en améliorant les mécanismes de création de lien, afin de pouvoir permettre aux agents de pouvoir modifier leurs liens, et obtenir des structures de réseaux comparables à celles observées empiriquement.

# Conclusion



Tout au long de cette thèse nous avons étudié l'importance de la structure des marchés, à la fois au niveau agrégé et au niveau individuel ainsi, que les conditions nécessaires à la coexistence de deux systèmes de vente distincts au sein d'un même marché.

Nous avons dans le chapitre 3 procédé à une analyse empirique du marché, ayant permis de mettre en lumière différents faits stylisés, à la fois au niveau global et au niveau individuel. Concernant le marché pris dans son ensemble, nous avons constaté que la coexistence des deux mécanismes de vente est stable et durable, sans convergence des agents sur l'un ou l'autre des mécanismes, chacun représentant environ la moitié des quantités échangées tout au long de la période étudiée.

Un des faits les plus surprenants observés est l'existence d'espèces de poissons vendues plus cher, et ce, de manière significative sur un des deux sous-marchés. Certaines sont vendues plus chères aux enchères, et d'autres sur le marché de gré à gré. Nous avons mis ici en lumière que certains types de mécanismes sont plus adaptés à certains types de biens. Nous n'avons pas de mécanisme qui soit meilleur que l'autre, mais deux systèmes de ventes aux avantages distincts et complémentaires. Les biens les plus rares et les plus demandés (prix au kilo élevé) ont tendance à tirer profit du mécanisme de gré à gré, au contraire des biens plus courants qui profitent du marché d'enchères. Il convient également de noter l'importance qu'a la quantité globale mise en vente pour un jour donné. Nous avons en effet montré que la proportion de poisson vendu sur le marché de gré à gré est inversement proportionnelle à celle-ci.

Concernant le niveau individuel, nous avons montré l'existence de deux groupes distincts de vendeurs, chacun ayant une préférence marquée pour l'un ou l'autre des deux sous-marchés, et l'existence de switching de l'un à l'autre de la part de la quasi-totalité de ces agents. Switching dont la probabilité n'est pas la même suivant le groupe de vendeurs considéré.

Ces deux groupes de vendeurs se distinguent de par la nature de la pêche pratiquée. Et par son biais par la nature des biens mis en vente, ainsi que leur fréquence de présence sur le marché. Ceux préférant le marché de gré à gré étant spécialisé dans la pêche de poissons 'rares' mais ayant des prix au kilo moyens élevés, et ceux pêchant de grandes quantités de poissons moins cotés, allant plutôt sur le marché d'enchères. Il existe également une importante influence de l'information et des relations sociales sur ce marché. Nous avons en effet mis en lumière que les profits obtenus par les bateaux étrangers sont largement sous optimaux au vu de la marchandise dont ils disposent.

Nous avons constaté une propension des agents à n'utiliser qu'un seul des mécanismes chaque jour, de ne pas utiliser les deux en même temps. Cela nous a permis de montrer l'existence (et de le calculer) d'un coût à commercer sur les deux sous-marchés un même jour, coût plus important pour les vendeurs que pour les acheteurs, rendant le choix du marché plus important pour les premiers. Nous avons observé que les vendeurs mettent, pour un jour donné, la totalité de leurs produits sur un seul des deux mécanismes dans plus de 90% des cas, alors que les acheteurs se rendent sur les deux marchés un même jour presque une fois sur deux. Nous avons donc des vendeurs optant pour une stratégie

visant à optimiser le prix d'un panier de biens, plus que de différends bien pris de manière distincte.

Dans le chapitre 4 nous avons étudié les réseaux d'interactions sociales existants sur le marché de Boulogne-sur-Mer. Nous montrons par le biais de la comparaison des réseaux existants sur l'un et l'autre des mécanismes de vente que ces relations semblent avoir un rôle plus important sur le marché de gré à gré que sur le marché d'enchère. Par le biais de la centralité, nous montrons également que les relations sociales ont une influence sur les prix.

À partir de la totalité des faits stylisés présentés ci-dessus, nous avons déduit les théories suivantes :

Afin de pouvoir coexister, deux systèmes de vente doivent chacun avoir un ou des avantages distincts, plus ou moins importants pour un agent donné dans une situation donnée. Dans ce type de configuration, des agents hétérogènes vont prendre des décisions différentes alors qu'ils sont dans un même contexte. Cela va permettre une division de ceux-ci entre les deux sous-marchés, assurant ainsi la coexistence.

Dans notre cas nous avons un marché de gré à gré permettant de créer des liens commerciaux privilégiés visant à limiter les risques pour les acheteurs et les vendeurs, et un marché d'enchères plus efficace (permettant à l'offre et à la demande de se croiser de manière plus proche de l'optimum) pour vendre de grandes quantités de produits au prix compétitif.

Pour qu'il existe un switching d'un agent d'un marché à l'autre, il suffit que les conditions diffèrent suffisamment d'un jour à l'autre. De cette manière, l'avantage apporté par un type de marché par rapport à l'autre sera modifié, pouvant pousser certains des agents à changer de décision.

Les vendeurs ayant un coût important à diviser leur marchandise, ils adoptent une stratégie de maximisation du prix de leur panier de biens, utilisant pour cela leurs croyances vis-à-vis des profits espérés sur chacun des deux sous-marchés, afin de se diriger vers celui qui aura l'espérance de profit maximale.

Afin de pouvoir valider ces théories nous avons utilisé dans le chapitre 5 des modèles multi-agents afin de pouvoir simuler les comportements individuels respectant les faits stylisés observés dans les chapitres 3 et 4, et capable de reproduire les résultats observés empiriquement au niveau agrégé.

Notre premier modèle s'intéresse principalement au switching montrant les conditions minimales à l'existence de ce phénomène, mais souffre de nombreuses limitations quant à l'interprétation et la comparaison de ces résultats par rapport au marché empirique du fait de la non-représentation du marché d'enchères.

Le second modèle quant à lui permet d'aller plus loin. Il prend en compte deux types de vendeurs vendant deux types de biens distincts, tout en simulant les deux mécanismes de ventes. Celui-ci nous permet de montrer le bien fondé de nos hypothèses, en reproduisant les principaux faits stylisés. Cependant l'avantage que nous donnons au marché de gré à gré est

imposé dans le modèle, et n'est pas une caractéristique émergente due aux comportements des agents.

Le troisième modèle est une extension du second dans lequel des liens privilégiés peuvent être créés entre acheteurs et vendeurs, et ce, lorsque les deux parties y ont un intérêt. Cela nous permet de conserver les résultats du second modèle, sans ses inconvénients.

Ces simulations nous permettent d'affirmer le bien fondé des hypothèses formulées à partir de l'analyse empirique, celles-ci étant capables d'expliquer le comportement global du marché.

Du fait de la très grande richesse des données et de la complexité du marché de très nombreuses extensions possibles de cette thèse existent, ayant de riches perspectives.

Tout d'abord l'étude de la période de transition est très succincte dans cette thèse, du fait de la faible quantités de données exploitables. Cependant je suis persuadé qu'une étude approfondie pourrait en être faite, d'autant plus qu'une autre modification du système de vente a eu lieu après la période étudiée, permettant peut-être d'augmenter les informations exploitables.

De nombreuses études analytiques et économétriques peuvent encore être faites, que ce soit au niveau des prix et de leur évolution, ou des stratégies. Il conviendrait également de faire un modèle détaillé du mécanisme de création des liens commerciaux entre acheteurs et vendeurs, ainsi, de la manière dont ils fonctionnent et évoluent.

Du point de vue de la simulation nous utilisons des modèles où les quantités globales mises en vente sont stables, il conviendrait d'étendre le modèle à un système où les quantités et la nature des biens pêchés chaque jour sont variables.

Même si le plus faible coût à visiter les deux marchés rend l'étude du comportement des acheteurs plus complexes une étude plus approfondie de leurs comportements serait appréciable.

Enfin il serait intéressant d'utiliser un modèle multi-agent plus complet à des fins prédictives, qui permettraient de connaître les résultats que pourraient avoir différents chocs exogènes sur le marché.



# Table des figures

1.1	Proportion des quantités vendues quotidiennement de gré à gré. . . . .	22
1.2	Distribution du logarithme des quantités espèce par espèce . . . . .	24
1.3	Distribution des prix moyens des différentes espèce . . . . .	24
1.4	Distribution du logarithme des quantités acquises par chaque acheteur, ceux-ci sont de taille très différente, la distribution des quantités étant très étalée.	26
1.5	Distribution du nombre d'espèces distinctes acquises par chaque acheteur. .	27
1.6	Distribution du nombre de jours de présence par acheteur. Nous pouvons observer que de nombreux acheteurs sont venus moins de 20 fois sur la totalité de la période étudiée, et qu'environ la moitié d'entre eux viennent au moins un jour sur deux. . . . .	27
1.7	Distribution de la quantité achetée sur le marché négocié par acheteur. Nous pouvons observer que les acheteurs ont recours aux deux sous-marchés. Les quelques acheteurs n'ayant eu recours qu'au mécanisme de gré à gré sont des acheteurs n'étant venus que très rarement sur le marché. Les deux marchés étant complémentaires, le pourcentage qui n'a pas été mis sur le marché négocié est mis sur le marché d'enchères. . . . .	28
1.8	Distribution du logarithme des quantités pêchées par chaque navire. . . . .	29
1.9	Distribution du nombre d'espèces pêchées par navire2. . . . .	30
1.10	Extrait de la base de données . . . . .	38
3.1	Evolution des prix quotidiens moyens par jour ouvré sur la période où seul le marché d'enchère existe. . . . .	65
3.2	Evolution des quantités quotidiennes (par jour ouvré) sur la période considérée.	65
3.3	Distribution des prix quotidiens sur le marché. . . . .	66
3.4	Autocorrélation des prix. (En rouge le coefficient d'autocorrélation, en noir l'intervalle de confiance). . . . .	67
3.5	rapport entre le prix quotidien moyen observé et la quantité quotidienne mise en vente. . . . .	68
3.6	Relation prix quantité pour deux vendeurs pris au hasard . . . . .	68
3.7	Distribution des coefficients de corrélation entre le prix et la quantité par vendeur. . . . .	69
3.8	Relation prix-quantité pour une seule espèce prise au hasard (Sole) . . . . .	69

3.9	Relation prix quantité pour une seule espèce (Sole), et un seul vendeur (No 87) . . . . .	69
3.10	Nombre de vendeurs différents par acheteur et par jour comparé avec un distribution lognormale . . . . .	70
3.11	Nombre de vendeurs rencontrés par jour pour deux acheteurs pris au hasard	72
3.12	Evolution des quantités quotidiennes sur les deux sous marchés. . . . .	73
3.13	Evolution des quantités quotidiennes (jours ouvrables) sur les deux sous marché à l'introduction du marché de gré à gré . . . . .	73
3.14	Quantités pêchées en 2005 et 2007 pour les espèces tirant plus profit du marché de gré à gré . . . . .	75
3.15	Logarithme des quantités pêchées en 2005 et 2007 pour les espèce tirant plus profit du marché de gré à gré . . . . .	75
3.16	Distribution du pourcentage la quantité mise quotidiennement en vente sur le marché négocié . . . . .	78
3.17	Evolution des quantités sur chacun des marchés semaine après semaine. . .	79
3.18	Corrélation croisée entre les prix sur le marché négocié au jour $t$ et les enchères au jour $t+lag$ . Nous pouvons constater l'existence d'une composante commune au niveau des prix, se traduisant par une corrélation croisée significative. . . . .	83
3.19	<b>Le marché négocié</b> : Proportion de chacune des 20 principales (en terme de quantités) espèces de poissons vendues sur le marché négocié . . . . .	83
3.20	Distributions des prix aux enchères (gauche) et sur le marché négocié(droite)	84
3.21	Prix quotidiens aux enchères . . . . .	86
3.22	Prix quotidiens sur le marché de gré à gré . . . . .	87
3.23	Autocorrelogrammes des prix sur chacun des deux sous-marchés. Marché d'enchères à gauche et marché négocié à droite. L'autocorrélation en $t + 6$ est visible et significative sur les deux sous-marchés, mais les valeurs sont plus importantes sur le marché de gré à gré . . . . .	87
3.24	Autocorrelogramme des prix sur les deux sous-marchés . . . . .	88
3.25	Les trois effets pour le marché d'enchères (Rouge : Q, Bleu : P, Vert IO). .	91
3.26	Les trois effets pour le marché de gré à gré (Rouge : Q, Bleu : P, Vert IO).	92
3.27	Relation prix quantité sur le marché négocié. Nous traçons le prix quotidien moyen et la quantité quotidienne totale (ronds noirs) et une régression logarithmique(ligne rouge). . . . .	94
3.28	Relation prix quantité sur le marché d'enchères . . . . .	95
3.29	Relation prix quantité sur le marché négocié pour l'agent 14124012 (à gauche) et 87 (à droite). Nous traçons le prix moyen et la quantité totale vendue par jour. . . . .	96
3.30	Pourcentage de leur quantité de marchandise mise sur le marché négocié par les vendeurs 644073 (à gauche) et 87 (à droite). . . . .	99
3.31	Distribution de la probabilité de 'switcher' des vendeurs . . . . .	99

3.32	Rapport entre la probabilité de changer de marché et la capacité du navire	100
3.33	Rapport entre la probabilité de 'switcher' des vendeurs et la différence de volume vendu sur chacun des sous-marchés (négocié-enchères)	101
3.34	distribution des probabilités de changer de marché en fonction de la proportion mise en vente sur le marché de gré à gré.	101
3.35	Distribution des quantités quotidiennes de poissons tirant profit d'un des deux mécanismes de vente (d'enchères à gauche et du gré à gré à droite).	102
3.36	<b>Le marché négocié</b> : distribution des quantités mises en ventes par les 100 plus gros vendeurs sur les deux marchés.	103
3.37	distribution des proportions de marchandise mises en vente sur le marché de gré à gré par vendeur et par jour	104
3.38	Proportion quotidienne achetée sur le marché négocié pour un acheteur pris au hasard.	105
3.39	Probabilité de passer d'un marché à l'autre pour les acheteurs	105
3.40	Distribution des proportions achetées sur le marché de gré à gré par acheteur et par jour.	106
3.41	Probabilité pour un acheteur d'aller sur les deux marchés un même jour en fonction de la quantité achetée sur la totalité de la période.	106
3.42	Distribution des prix aux enchères (à gauche) et de gré à gré (à droite) pour les vendeurs allant préférentiellement sur les enchères.	107
3.43	Distribution des prix aux enchères (à gauche) et de gré à gré (à droite) pour les vendeurs allant préférentiellement sur le marché négocié	108
3.44	<b>Fréquence de la présence des vendeurs sur chaque marché</b> : nombre de fois qu'ils sont présent sur la totalité de la période considérée	109
3.45	<b>Fréquence de la présence des acheteurs sur chaque marché</b> : nombre de fois qu'ils sont présent sur la totalité de la période considérée	110
3.46	Pourcentage du volume pêché vendu sur le marché négocié en fonction du volume moyen de chaque pêche	111
3.47	distribution des proportions des quantités de poisson de mis en vente sur le marché négocié par chacun des bateaux de petite pêche	112
3.48	Rapport entre quantité mise en vente et proportion sur le marché négocié des espèces de poissons vendues plus cher sur le marché négocié	112
3.49	Rapport entre quantité globale mise en vente et proportion sur le marché négocié des autres espèces de poissons.	113
3.50	Pertes quotidiennes et individuelles dues au coût de division de la production (vendeurs)	115
3.51	Rapport entre les profits et les pourcentages de pertes individuelles	115
3.52	Pertes individuelles des vendeurs sur la totalité de la période dues au coût de division de la production	116

3.53	Distribution des pertes quotidiennes et individuelles dues au coût de visite des deux marchés (acheteurs). Le grand nombre de jours où les pertes individuelles sont nulles s'expliquent par l'existence de jours où les quantités achetées par acheteur sont faibles. . . . .	117
3.54	Distribution des pertes individuelles des acheteurs sur la totalité de la période dues au coût de visite des marchés. . . . .	118
3.55	Pourcentage de perte par acheteur, en fonction des coûts individuels. . . .	118
4.1	Exemple de graphe complet à gauche (densité =1) et de graphe vide à droite (densité=0) . . . . .	130
4.2	Distribution des degrés des noeuds des acheteurs. . . . .	137
4.3	Graphe de coordination des acheteurs. . . . .	138
4.4	Distribution des degrés des noeuds des vendeurs. . . . .	140
4.5	Relations et stratégies des vendeurs (les bleus vendent principalement sur le marché négocié et les rouges aux enchères). . . . .	142
4.6	Communautés de vendeurs (chaque couleur représentant une communauté). . . . .	143
4.7	Communautés de vendeurs pour deux mois choisis aléatoirement . . . . .	145
4.8	Graphe bipartite du marché au poisson de Boulogne-sur-Mer . . . . .	147
4.9	Marché d'enchères à gauche et marché négocié à droite. . . . .	148
4.10	Relations entre vendeurs . . . . .	150
4.11	Distribution des degrés des vendeurs . . . . .	151
4.12	Marché d'enchères à gauche, et marché négocié à droite. . . . .	153
4.13	Relations entre acheteurs. . . . .	156
4.14	Marché d'enchères à gauche, et marché négocié à droite. . . . .	158
5.1	Fonctionnement du modèle . . . . .	168
5.2	Relation prix-quantité sur le marché simulé et sa régression linéaire (ligne rouge) . . . . .	170
5.3	Pourcentage de la quantité sur le marché négocié simulé. . . . .	171
5.4	Pourcentage de la quantité sur le marché négocié simulé sur 100 pas de temps. . . . .	172
5.5	Fonctionnement du modèle . . . . .	176
5.6	Pourcentage des quantités mises en ventes sur le marché négocié simulé. . . . .	180
5.7	Pourcentage de la quantité sur le marché négocié simulé. . . . .	181
5.8	distribution de la proportion mise sur le marché négocié par chaque vendeur. . . . .	181
5.9	Switching d'un marché à l'autre pour un vendeur pris au hasard. . . . .	182
5.10	Évolution des prix des deux types de bien sur chacun des marchés. . . . .	183
5.11	Pourcentage de la quantité sur le marché négocié simulé. . . . .	189
5.12	distribution de la proportion mise sur le marché négocié par chaque vendeur. . . . .	189
5.13	Évolution des prix des deux types de bien sur chacun des marchés. . . . .	190
5.14	Pourcentage quotidien d'invendus . . . . .	211
5.15	Pourcentage quotidien d'invendus . . . . .	212
5.16	Distribution des invendus globaux individuels . . . . .	214



5.17	Retours sur le marché d'enchères . . . . .	215
5.18	Retours sur le marché négocié . . . . .	216
5.19	Chalutier industriel . . . . .	217
5.20	Zones de pêche hauturière (source : site officiel du port de Boulogne-Sur-Mer	218
5.21	chalutiers de pêche cotière . . . . .	220
5.22	chalutiers de petite pêche . . . . .	221



# Liste des tableaux

1.1	Caractéristiques des navires de pêche au large. . . . .	31
1.2	Caractéristiques des navires de pêche artisanale. . . . .	31
1.3	Principales espèces par type de pêche en 2009. Les quantités sont en tonnes et les valeurs en millions d'euros. (Source : site officiel du port de Boulogne-Sur-Mer). . . . .	32
3.1	Tests de normalité. . . . .	66
3.2	Variable expliquée : nombre de vendeurs rencontré par acheteur et par jour	71
3.3	Test de Dickey fuller sur la proportion vendue aux enchères . . . . .	78
3.4	<b>Tests de normalité, asymétrie, kurtosis, moyenne, mediane et écart type des distributions des prix.</b> . . . . .	85
3.5	Moyennes et écarts types sur les deux marchés . . . . .	90
3.6	Régression linéaire entre le prix et le logarithme de la quantité sur la marché négocié. . . . .	93
3.7	Variable expliquée : prix par transaction (coefficients et écarts types robustes)	97
3.8	Caractéristiques des deux types de biens. . . . .	102
3.9	Statistiques descriptives des vendeurs allant principalement sur les enchères	107
3.10	Statistiques descriptives des vendeurs allant principalement sur le marché négocié . . . . .	108
3.11	Variable expliquée : Décision d'aller sur le marché d'enchères. . . . .	120
4.1	Correlation entre les différentes centralités du graphe vendeur/vendeur . . .	149
4.2	Corrélations sur le marché de gré à gré. . . . .	154
4.3	Corrélations sur le marché d'enchères. . . . .	154
4.4	Corrélations entre les différentes centralités. . . . .	155
4.5	Statistiques des réseaux. . . . .	157
4.6	Corrélation des différentes centralités sur le marché négocié . . . . .	159
4.7	Corrélation des différentes centralités sur le marché d'enchères . . . . .	159
4.8	Variable expliquée : Prix par transaction . . . . .	160

5.1	Test de Jarque Bera , skewness, kurtosis, moyenne, mediane et écart type pour les retours des prix. Distribution.	213
5.2	Skewness et Kurtosis pour la distribution des retours des revenus.	213

# Annexes



## 5.7 Editorial, Nature

*Nature, Editorial, 6 August 2009.*

*Models are everywhere in economics. They range from the pencil-and-paper equations used for academic analyses of market behaviour, to the computer forecasts used by central banks, such as the Bank of England and the US Federal Reserve System, to determine the likely effects of interest-rate adjustments.*

*But the reputation of economic models has been tarnished of late. Virtually none anticipated the global financial meltdown that began two years ago this summer. The finger-pointing seems likely to go on indefinitely: were the models flawed? Or were policy-makers at fault for ignoring the warnings? What is clear is that economic models need to improve. The ability to run policy options through a believable set of 'what-if' scenarios could be useful to forestall future economic crises, and to inform debate, such as that over the labyrinthine efforts to reform the US health-care system.*

*The field could benefit from lessons learned in the large-scale modelling of other complex phenomena, such as climate change and epidemics. Those lessons, taken together with lessons from the downturn, suggest an ambitious research agenda, not just for economists, but for psychologists, political and social scientists, computer researchers and more.*

*First, details matter. Government regulators rely on dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) simulations, which can make sophisticated extrapolations of past economic data. But these models do little to incorporate information about the financial sector, which is where the current crisis began. Which company was entering into what kind of arrangements with another, for example, and how were they all interconnected? And most models don't even attempt to incorporate the psychological insights gained from behavioural economics, and so ignore shifting attitudes towards risk, and the spread of fear, both major contributors to the crisis. The comparatively few modelling efforts that do try to include these factors deserve support, and many more such efforts are needed.*

*Second, models should evolve through vigorous competition. As the articles in this issue show, advocates of agent-based modelling techniques, which represent each individual or company with an 'agent', claim that their programs can often account for economic phenomena much better than can DSGE simulations. Such claims need to be addressed empirically. The economics community should try to agree on a standard set of test cases analogous to those used by climate modellers, whose challenges can include being able to reproduce El*

*Niño oscillations. Economic modellers should also consider adopting the modular architecture used in many climate models. This approach makes it easy to aggregate smaller models into more comprehensive simulations, while still allowing steady improvement in each piece. A sub-model for ocean circulation, say, can be switched for an alternative circulation module without changing anything else.*

*Third, modellers seeking to make a real difference in the world should concentrate on the tangible, immediate questions that decision-makers actually worry about. A good example to follow is that of pandemic planning, in which simulations are already in widespread use to help officials decide when to close schools and other public gathering places, and how best to mount a vaccination campaign. The simulations alone cannot answer such questions, nor can they replace judgement. But by helping officials frame the problem, organize the available information and identify which factors matter, they can make judgements better informed.*

## 5.8 Invendus

Le marché de Boulogne-sur-Mer est un marché efficace. En moyenne moins de 2% du poissons est vendu au prix de retrait : 5.14. Même si cela est vrai au niveau agrégé, nous avons bien sur des exceptions au niveau individuel. Quelques vendeurs ont parfois de grandes proportions d'invendus. ( voir par exemple 5.15).

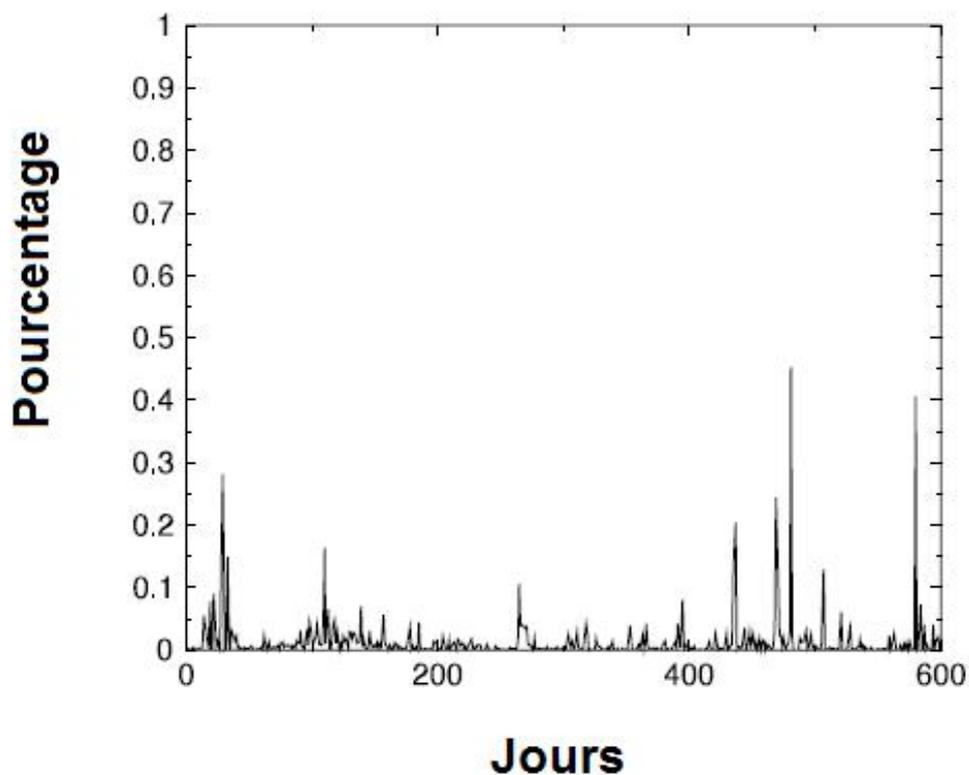


FIGURE 5.14 – Pourcentage quotidien d'invendus

Sur le marché, la quantité moyenne d'invendus est de 0.014, avec un écart type de 0.03, un minimum de 0 et un maximum de 0.45. Au niveau individuel la quantité moyenne d'invendus de l'agent représenté ici est de 0.14, avec un écart type 0.25, un minimum de 0 et un maximum de 1.

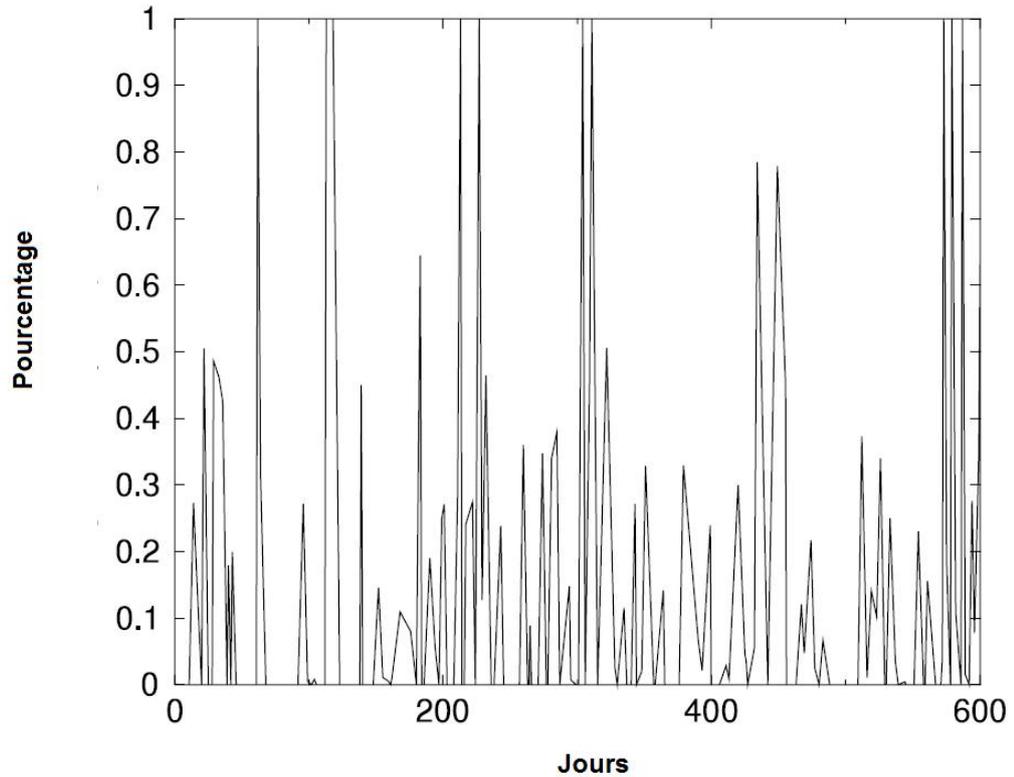


FIGURE 5.15 – Pourcentage quotidien d’inventus

## 5.9 Analyse des retours

Les retours sont étudiés pour chaque marché pris séparément.

Dans les Figures 5.17 et 5.18 sont tracés les retour des séries temporelles des prix sur chacun des sous marchés.

Le retour de chaque jour est définit comme étant :

$$R_t = \ln\left(\frac{\hat{P}_t}{\hat{P}_{t-1}}\right)$$

Dans ce qui suit sont présentes les statistiques standard concernant les retour des revenus.

TABLE 5.1 – Test de Jarque Bera , skewness, kurtosis, moyenne, mediane et écart type pour les retours des prix. Distribution.

	Marché d'enchères	Marché négocié
<i>JarqueBeraTest</i>	17.624	58.18
$\sim Chi^2(2)$		
<i>kurtosis</i>	3.59	1.58
<i>skewness</i>	0.34	0.42
<i>Mean</i>	0.0013	0.0013
<i>Median</i>	-0.02	-0.03
<i>St.Dev</i>	0.5629	0.4935

TABLE 5.2 – Skewness et Kurtosis pour la distribution des retours des revenus.

	Marché d'enchère	Marché négocié
<i>kurtosis</i>	3.5448	5.0835
<i>skewness</i>	-0.5995	-0.2358
<i>Mean</i>	-0.0025	0.0040
<i>Median</i>	0.035	0.076
<i>St.Dev</i>	1.9280	1.1914

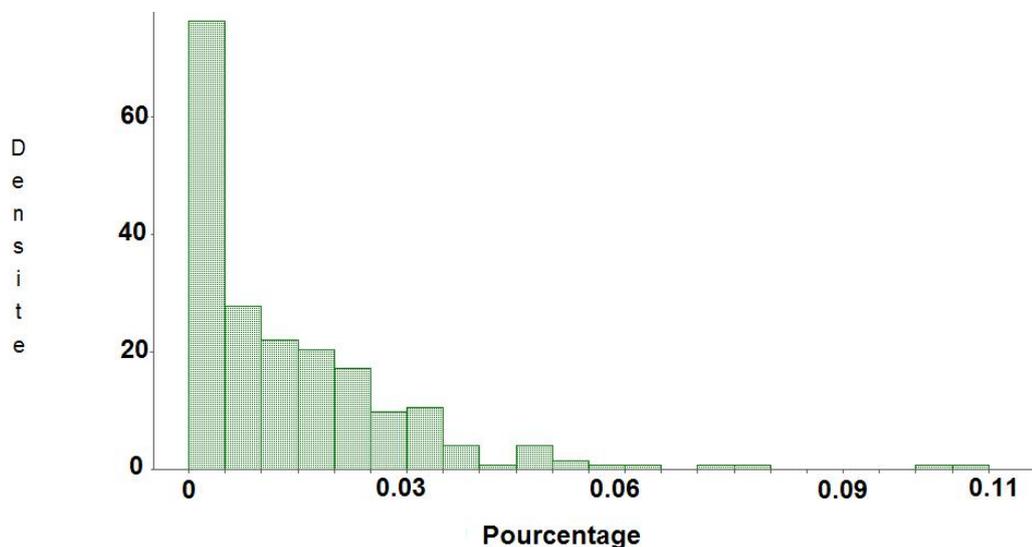


FIGURE 5.16 – Distribution des invendus globaux individuels

## 5.10 Le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer

### 5.10.1 Organisation administrative

Toutes les activités des pêches maritimes sont représentées au sein d'une organisation interprofessionnelle originale née de la crise économique dans les années 30 et structurée par une ordonnance du 14 août 1945. Profondément modifiée par la loi du 2 mai 1991, cette organisation interprofessionnelle est composée d'un Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CNPMEM), de 13 comités régionaux (CRPMEM) et de 39 comités locaux (CLPMEM) élus démocratiquement par l'ensemble des professionnels, regroupés en collèges et répartis sur l'ensemble du littoral français. L'adhésion est obligatoire. Producteurs (armateurs et équipages), commerçants (mareyeurs et poissonniers), transformateurs (conserve, congélation, salage, saurissage) sont tous représentés par l'intermédiaire des familles professionnelles (organisations syndicales, coopération maritime, organisations de producteurs).

Le financement repose notamment sur des cotisations professionnelles obligatoires payées par les producteurs et par les entreprises de premier achat des produits de la mer mais également sur des cotisations et des prestations pour services rendus. Certaines décisions relatives à la protection et à la conservation des ressources peuvent être rendues obligatoires. Les services de l'État assurent

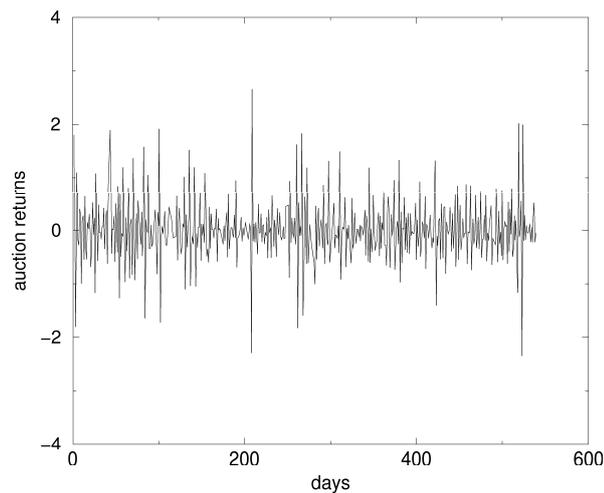


FIGURE 5.17 – Retours sur le marché d’enchères

un contrôle de légalité des décisions et un contrôle financier de ces institutions.

### 5.10.2 Pêche industrielle

Boulogne sur Mer est l’un des derniers ports à posséder une flotte de pêche industrielle importante appartenant à EURONOR, le Comptoir des Pêches d’Europe du Nord. Celle-ci est née en janvier 2006 du rapprochement des deux armements à la pêche hauturière de Boulogne sur mer, la Société Boulonnaise d’Armement Le Garrec, créée en 1929 et Nord Pêcheries, créé en 1945. Ceux-ci

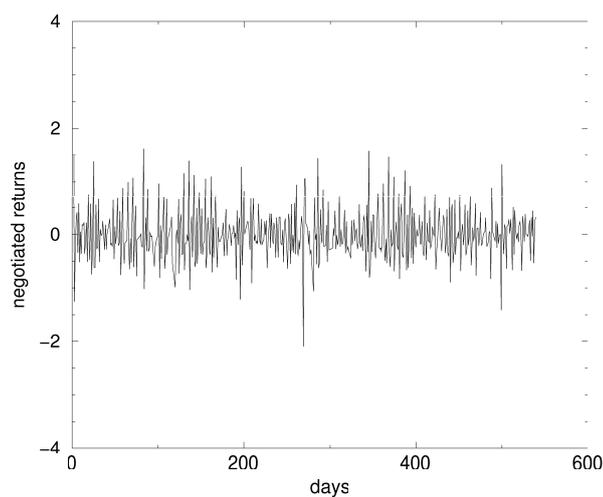


FIGURE 5.18 – Retours sur le marché négocié

ont fusionné notamment pour faire face à la réduction des quotas et à la hausse des prix des carburants. Il est peu fréquent de voir toute la flotte réunie, car si les navires débarquent dans ce port, ils déchargent aussi dans des bases avancées en Ecosse afin de ne pas s'éloigner des lieux de pêche.

La flotte se compose trois navires surgélateurs et de six chalutiers hauturiers de pêche fraîche. Leur longueur varie entre 44 et 55 mètres. Il est à remarquer que le terme de "pêche industrielle" n'est pas employé à Boulogne, on lui préfère celui de "pêche hauturière" afin de gommer l'image négative que véhicule le qualificatif "industrielle".



FIGURE 5.19 – Chalutier industriel

Dans les eaux des îles Féroes, de l'Ouest Ecosse et de l'Ouest Irlande se pêchent les espèces de grands fonds (grenadier, sabre noir, siki, lingue bleue,...). Ces espèces sont destinées au marché du poisson frais, sous forme de filets de poisson et sont donc réservées aux chalutiers de pêche fraîche.

Dans le nord de la Mer du Nord se pêchent le lieu noir, l'églefin, le merlan. Ces espèces sont ciblées aussi bien par les chalutiers de pêche fraîche que par les surgélateurs.

Dans la mer de Norvège et les eaux du Spitzberg est pêché le cabillaud. L'éloignement de cette zone écarte leur accès aux chalutiers de pêche fraîche et ce sont donc les chalutiers surgélateurs qui capturent ce poisson.

Tous les poissons pêchés ne sont pas destinés à être vendus frais et peuvent également être transformés. A bord du bateau, toute la préparation du poisson est mécanisée, de l'étêtage au filetage, en passant par l'éviscération. Pendant toute la durée de la pêche, les filets de poisson sont conservés à  $-30^{\circ}\text{C}$  dans la cale du bateau, dont la contenance peut atteindre 360 tonnes.

Ces dernières années ont vu la disparition d'un nombre important de chalutiers de pêche fraîche de plus de 50 mètres, les unités restantes étant toutes

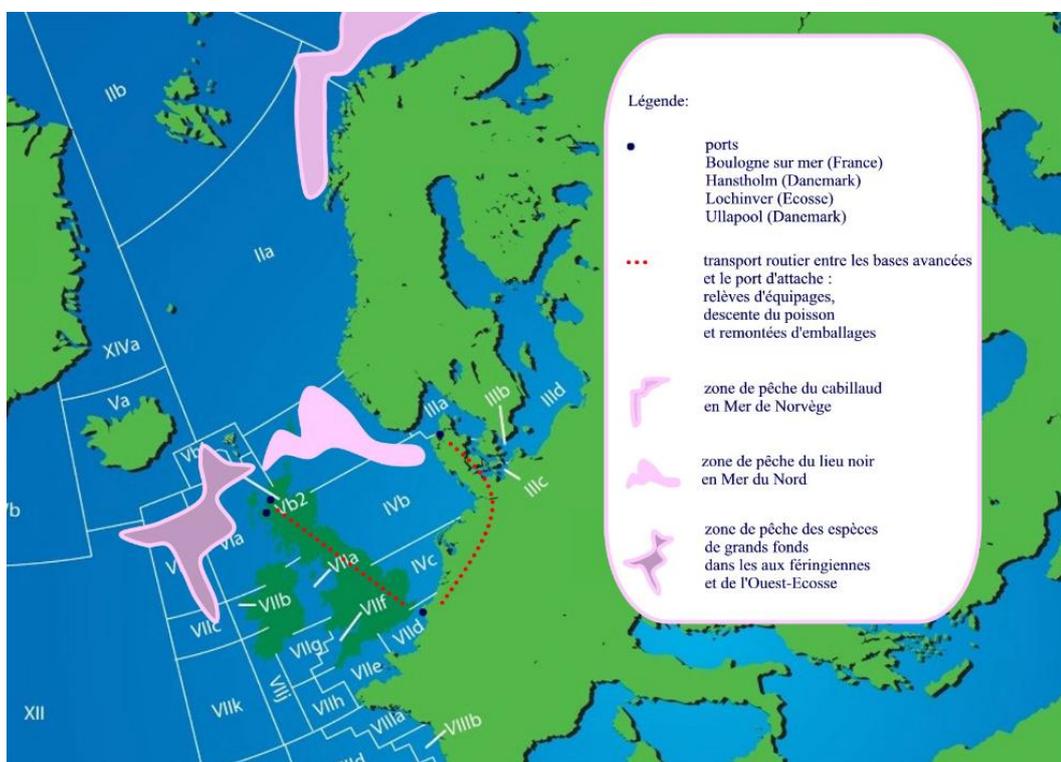


FIGURE 5.20 – Zones de pêche hauturière (source : site officiel du port de Boulogne-Sur-Mer

relativement âgées. Pour les chalutiers surgélateurs de grande pêche, en raison de la très importante réduction des quotas, notamment de cabillaud, la flottille française est limitée.

Les navires de pêche fraîche sont au nombre de six :

nom	année de construction	longueur
André Leduc	2004	44.23m
Bressay Bank	2002	44.23m
Cap Saint Georges	2003	44.00m
Cap Saint Jacques	1981	44.95m
Cap Saint Jean	1980	44.95m
Halten Bank	1973	54.32m

Et les navires congélateurs au nombre de 3 :

nom	année de construction	longueur
Cap Nord	1988	54.30m
Klondyke	1988	54.55m
Nordic II	1972	54.25m

### 5.10.3 Pêche artisanale



FIGURE 5.21 – chalutiers de pêche cotière



FIGURE 5.22 – chalutiers de petite pêche

#### 5.10.4 L'écoreur

Un écoreur est un agent qui réalise un certain nombre d'opérations pour le compte du bateau pour lequel il travaille, parmi lesquelles se trouve la mise en vente du poisson à la criée. À Boulogne, ces écoreurs appartiennent à la coopérative maritime étaploise, Unipêche, Boulogne écorage ou à C2MC. Ces écoreurs sont une particularité boulonnaise. Ailleurs en France, le producteur (l'artisan-pêcheur) confie directement sa marchandise à la criée pour qu'elle soit mise en vente.

Selon la loi d'orientation sur la pêche maritime et les cultures marines du 18 avril 1997, est mareyeur "<tout commerçant qui assure le premier achat des produits de la pêche maritime destinés à la consommation humaine en vue de leur commercialisation et qui dispose à cet effet d'un établissement de manipulation des produits de la pêche. Cet établissement doit faire l'objet d'un agrément sanitaire">.

Il assure le lien entre la production (pêche) et la commercialisation. Il prépare les produits suivant les attentes du marché et en assure la qualité et la traçabilité.

Le métier de mareyeur comprend trois fonctions principales :

- Une fonction technique :

C'est à dire que relèverons de ses attributions le tri, l'allotissement, le tranchage, le filetage, l'élaboration de rôtis, le conditionnement, etc. Les établissements de mareyage sont devenus de véritables entreprises agro-alimentaires devant respecter des règles sanitaires strictes. Chaque caisse de poisson porte une étiquette précisant le numéro d'agrément sanitaire du mareyeur ayant effectué la préparation. Par cette identification, le mareyeur engage pleinement sa responsabilité.

- Une fonction financière :

Le mareyeur engage sa caution financière dans le mécanisme des halles à marée pour garantir la sécurité des paiements des pêcheurs, et concourt de ce fait à la stabilité financière de la filière. Le mareyeur est souvent qualifié de "<banquier de la filière">.

- Une fonction commerciale :

Le mareyeur est un spécialiste du marché. Il s'approvisionne quotidiennement auprès des producteurs (criée, pêcheurs) et des importateurs, prépare

et expédie les produits chaque jour afin de satisfaire les besoins du marché et des consommateurs.

### 5.10.5 Les organisations de producteurs

Les organisations de producteurs (OP) sont constituées à l'initiative des professionnels du secteur de la pêche et de l'aquaculture dans le but de prendre des mesures propres à assurer l'exercice rationnel de la pêche et l'amélioration des conditions de vente de leur production, conformément à la réglementation communautaire. Elles ont un rôle important à jouer dans la gestion de la ressource et dans la régulation du marché. Il existe dans le secteur de la pêche maritime 25 OP réparties au sein de deux fédérations nationales.

L'organisation des marchés est un volet très important de la politique des pêches. Son objectif est de stabiliser le marché, assurer une offre régulière en produits de qualité tout en conciliant le soutien du revenu du producteur et l'intérêt du consommateur. Ces objectifs s'expriment au travers des mécanismes d'intervention mis en place dans le cadre de l'Organisation Commune des Marchés.

Sur le terrain, la plupart de ces interventions sont réalisées par les Organisations de Producteurs. Ces structures à caractère privé font l'objet d'une reconnaissance officielle pour l'exercice de ce type d'activité. Elles s'efforcent, par l'organisation et la régulation des mises en marché, de procurer à leurs adhérents les meilleurs prix possibles. Elles s'investissent également de plus en plus dans la gestion des captures en fonction du marché dans le but de valoriser au mieux une ressource naturellement et réglementairement (quotas) limitée.

## 5.11 Les techniques

La diversité caractéristique de la pêche maritime française se retrouve dans les techniques de pêche utilisées par les marins pêcheurs. Elles sont multiples : drague, casier, chalut, senne ou encore ligne, et dépendent à la fois de la zone de pêche (zone côtière, large) et de l'espèce recherchée (taille, lieu et mode de vie).

Nous pouvons citer par exemple :

- Le chalut : Poissons de fond
- Senne coulissante : Espèces pélagiques

- Ligne : Toutes sortes (adaptation de la ligne en fonction de l'espèce recherchée)
- Casier : Crustacés
- Drague : Coquillages

Comme nous pouvons le constater la stratégie d'un pêcheur définit directement son navire, et le produit de sa pêche. Nous regardons à présent quelle sont les conséquences de ces stratégies.

## 5.12 Liste non exhaustive des noms des navires du port de Boulogne sur Mer

Source : Mémoire d'opale (Anciennement Etaples Généalogie)

Les navires du port de Boulogne-sur-Mer ont la particularité de porter des noms faisant référence à la religion chrétienne. A titre informatif voici quelques noms de navire.

- A la Garde de Dieu (BL.644743)
- Angélu de la Mer (B.2591)
- Arche d'Alliance (BL.196326)
- Cavalier des Vagues (BL.316321)
- Coeur Sacré de Jésus (B.1635)
- Col Vert (B.2743), devenu le Sainte Anne d'Auray
- Daniel Roger (B.3049)
- Danielle Marie (B.2949)
- Dieu bénit la Famille (B.1763)
- Dany Luc (BL.265326)
- Emacles (BL.602526)
- Etoile de la mer (B.1387)
- Etoile de la Mer (B.2208)
- Etoile de la Mer (BL.339557)
- Fouinard (B.2363)
- Frédéric Emmanuel (BL.462631)
- Galopin (BL.899835)
- Galopin II (BL.265438)
- Geroffo (BL.341062)
- Gloire à Marie (B.1813)
- Gloire à Marie II (BL.644141)
- Gloire à Marie III
- Gloire à Ste Thérèse (B.2783)

- Glorieuse Espérance (BL.101988)
- Glorieuse Immaculée (BL.644732)
- Glorieuse Ste Thérèse (BL.644259)
- Glorieuse Vierge Marie (BL.734909)
- Glorieuse Vierge Marie II (BL.463234)
- Jean Paul II (BL.644260)
- Jean Pierre et Cédric (BL.644544)
- Jean Pierre et Philippe (B.2737)
- Jean Pierre Philippe (B.2921)
- Jésus de Prague II (BL.196315)
- Jésus Flagellé (B.1853)
- Jésus Marie Joseph (B.2832)
- Jeune Louis (B.2628)
- La Frégate (BL.734994)
- La Goélette (BL.341154)
- La Main de Dieu (BL.734557)
- La Main de Jésus Christ (B.1358)
- L'Ange Gardien (B.2662)
- La Puce (BL.683461)
- L'Arc en Ciel (BL.899828)
- La Souveraine (BL.790964)
- Le Chevalier
- Le Pélican (B.2354)

Photos de certains navires disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.bateauxdepeche.net/bateauxbase/index.php?/category/4>



# Bibliographie

Adar, E. (2006), Guess : A language and interface for graph exploration, *in* 'Conference on Human Factors in Computing Systems. Quebec, Canada. 22-27 April 2006'.

URL: <http://graphexploration.cond.org/>

Akerlof, G. (1970), 'The market for lemons', *Quarterly Journal of Economics* .

Alan Kirman, Rainer Schulz, W. H. A. W. (2005), 'Transactions that did not happen and their influence on prices', *Journal of Economic Behavior & Organization* **56**, 4, 567–591.

Alan P. Kirman, N. J. V. (2001), 'Evolving market structure : An ace model of price dispersion and loyalty', *Journal of Economic Dynamics and Control* **25**, 459–502.

Albert, R., Jeong, H. & Barabási, A.-L. (2000), 'The internet's achilles' heel : error and attack tolerance of complex networks', *Nature* **406**, 378–382.

Albin, P. & Foley, D. (1992), 'Decentralized, dispersed exchange without an auctioneer : A simulation study', *Journal of Economic Behavior and Organization* **18**.

Anderson, S., de Palma, A. & Thisse, J. (1992), *Discrete Choice Theory of Product Differentiation*, MIT Press, Cambridge.

Andreoni, J. & Miller, J. (1995), 'Auctions with adaptive artificial agents.', *Games and Economic Behavior* **10**.

Arellano, B. (1995), 'Another look at the instrumental variable estimation of error-components models.', *Journal of Econometrics* **68** :1 (July), 29–51.

Arifovic, J. (1994), 'Genetic algorithm learning and the cobweb model', *Journal of Economic dynamics and Control* **18**.

Arifovic, J. & Eaton, C. (1995), 'Coordination via genetic learning', *Computational Economics* **8**.

- Arrow, K.-J. (1952), Le rôle des valeurs boursières pour la répartition la meilleure des risques, *in* 'international Colloquium on Econometrics'.
- Arrow, K. J. & Debreu, G. (1954), 'Existence of a competitive equilibrium for a competitive economy', *Econometrica* **Vol. 22, No. 3**, 265–290.
- Arthur, B. (1990), 'Positive feedback in the economy', *Scientific American* pp. 92–99.
- Arthur, B. W. (1989), 'Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events.', *Economic Journal* **99(394)**, pp. 116–131.
- Arthur, B. W. (1994), 'Inductive reasoning and bounded rationality : the elephant problem.', *American Economic Review* **84**, 406–411.
- Arthur, W. B. (1991), 'On designing economic agents that behave like human agents : A behavioral approach to bounded rationality.', *American Economic Review* **81**.
- Arthur, W. B., H. J. L. B. P. R. & Tayler, P. (1997), 'set pricing under endogenous expectations in an artificial stock market model.'
- Asche, F. & Guillen, J. (2012), 'The importance of fishing method, gear and origin : The spanish hake market', *Marine Policy* **36-2**, 365–369.
- Axelrod, R. (1984), 'The evolution of cooperation.'
- Axtell, R. L., E. J. M. & Young, H. P. (1999), 'The emergence of classes in a multi- agent bargaining model', *Young, H. P., and Durlauf, S., eds., Social Dynamics* .
- Bajari, P., McMillan, R. & Tadelis, S. (2009), 'Auctions versus negotiations in procurement : an empirical analysis', *Journal of Law, Economics, and Organization* **25, Issue 2**, 372–399.
- Bala, V. & Goyal, S. (2000), 'A noncooperative model of network formation', *Econometrica* **68(5)**, 1181–1229.
- Banerjee, A. V. (1992), 'A simple model of herd behavior', *The Quarterly Journal of Economics* **107, 3**, pp. 797–817.
- Battiston, S., Caldarelli, G. & Garlaschelli, D. (2005), 'The scale-free topology of market investments', *Physica A : Statistical Mechanics and its Applications* **350**, 491–499.

- Becker, G. S. (1962a), 'Investment in human capital : A theoretical analysis', *Journal of Political Economy* **70**, 9.
- Becker, G. S. (1962b), 'Irrational behaviour and economic theory', *Journal of Political Economy* **Volume LXX**, 1.
- Bell, A. (2001), 'Reinforcement learning in a repeated game.', *Computational Economics* .
- Bierbaum, J. & Grimm, V. (2006), 'Selling shares to retail investors : auction vs. fixed price', *Review of Economic Design* **10, 2**, 85–112.
- Blondel, V. D., J.-L. G. R. L. E. L. (2008), 'Fast unfolding of communities in large networks.', *J. Stat. Mech* **10008**, 1Ú12.
- Blundell, B. (1998), 'Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models.', *Journal of Econometrics* **87 :1 (August)**,, 115–143.
- Bonacich, P. (1987a), 'Power and centrality : a family of measures.', *American Journal of Sociology* **92**, 1170–1182.
- Bonacich, P. (1987b), 'Power and centrality : A family of measures', *American journal of sociology* .
- Bond, S. (2002), 'Dynamic panel data models : A guide to micro data methods and practice.', *CEMMAP Working Paper CWP09/02, Department of Economics, Institute for Fiscal Studies, London* .
- Bornholdt, S. & Schuster, H. G., eds (2003), *Handbook of Graphs and Networks - From the Genome to the Internet*, Wiley-VCH, Berlin.
- Bottazzi, G., Dosi, G. & Rebesco, I. (2005), 'Institutional architectures and behavioral ecologies in the dynamics of financial markets', *Journal of Mathematical Economics Special Issue on Evolutionary Finance* **Volume 41, Issues 1-2**, pp 197–228.
- Brander, J., Antweiler, W. & Amit, R. (2002), 'Venture capital syndication : Improved venture selection versus value-added hypothesis', *Journal of Economics and Management Strategy* .
- Bresson, G. & Pirotte, A. (1995), *Econométrie des séries temporelles : théories et applications*, Presses Universitaires de France.
- Brock, W. & Durlauf, S. (2000), *Handbook of Econometrics*, Amsterdam : North-Holland, chapter Interactions Based Models.

- Bulow, J. & Klemperer, P. (1994), ‘Rational frenzies and crashes.’, *Journal of Political Economy* **102**, 1423.
- Bulow, J. & Klemperer, P. (1996a), ‘Auctions versus negotiations’, *The American Economic Review* **Vol. 86**, pp. 180–194.
- Bulow, J. & Klemperer, P. (1996b), ‘Auctions versus negotiations’, *The American Economic Review* **Vol. 86**, pp. 180–194.
- Cantillon, E. (2008), ‘The effect of bidders’ asymmetries on expected revenue in auctions’, *Games and Economic Behavior* **Volume 62, Issue 1**, 1–25.
- Chan, N. T., L.-B. L. A. & Poggio, T. (1999), ‘Agent-based models of financial markets : A comparison with experimental markets. ’, *MIT Artificial Markets Project* .
- Chen, S.-H. (2001), ‘undamental issues in the use of genetic programming in agent-based computational economics.’
- Chena, S.-H., Lux, T. & Marchesi, M. (2001), ‘Testing for non-linear structure in an artificial financial market’, *Journal of Economic Behavior & Organization* **Volume 46, Issue 3**, 327–342.
- Chiarella, C. & Iori, G. (2002), ‘A simulation analysis of the microstructure of double auction markets.’, *Quantitative Finance* **2(5)**, 346–353.
- Cohen, K., M. S.-S. R. . W. D. (1983), ‘A simulation model of stock exchange trading’, *Simulation* **41**, 181–191.
- Cohendet, P., LLerena, P., Stahn, H. & Umbhauer, G., eds (1998), *The Economics of Networks*, Springer.
- Coleman, J. S., Katz, E. & Menzel, H. (1957), ‘The diffusion of an innovation among physicians’, *Sociometry* **20**, 253–270.
- David Mas, Annick Vignes, G. W. (2008), ‘Syndication strategies in venture capital networks’, *Economics and Management of Networks, Franchising, Strategic Alliances, and Cooperatives* .
- David, P. A. (1985), ‘Clio and the economics of qwerty’, *The American Economic Review* **Vol. 75, No. 2**, pp. 332–337.
- Dawid, H. (1999), ‘Adaptive learning by genetic algorithms : Analytical results and applications to economic models’
- Debreu, G. (1953), ‘Une théorie de l’incertain’, *document de recherche EDF* .

- DEBREU, G. (1959), *THEORY OF VALUE An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*, New Haven and London.
- Delli Gatti, D., Di Guilmi, C., Gaffeo, E., Giulioni, G., Gallegati, M. & Palestrini, A. (2004), 'A new approach to business fluctuations : heterogeneous interacting agents, scaling laws and financial fragility', *Journal of Economic Behavior & Organization* .
- Epstein, J. M. & Axtell, R. (1996), 'Growing artificial societies : Social science from the bottom up. c', *MIT Press* .
- Erdős, P. & Rényi, A. (1959), 'On random graphs', *Publications Mathematicae* **6**.
- Erdős, P. & Rényi, A. (1960), 'On the evolution of random graphs', *Publ. Math. Inst. Hung. Acad. Sci.* **5**(17).
- Etienne, J. M. & Vignes, A. (2009), 'Social interactions and prices formation on the marseille fish market', *Mathematics and Social Sciences* .
- Farmer, J. D. & Lo, A. W. (1999), 'Frontiers of finance : Evolution and efficient markets.', *Proceedings of the National Academy of Sciences* **96**.
- Gale, D. & Kariv, S. (2007), 'Financial networks', *American Economic Review, Papers & Proceedings* **97**(2), 99–103.
- Gallegati, M., Giulioni, G., Kirman, A. & Palestrini, A. (2011), 'What's that got to do with the price of fish ? buyer's behavior on the ancona fish market.', *Journal of Economic Behavior and Organization* .
- Garman, M. (1976), 'Market microstructure', *Journal of Financial Economics* **3**, 257–275.
- Gode, D. K. & Sunder, S. (1993a), 'Allocative efficiency of markets with zero-intelligence traders : Market as a partial substitute for individual rationality.', *Journal of Political Economy* .
- Gode, D. K. & Sunder, S. (1993b), 'Allocative efficiency of markets with zero-intelligence traders : Market as a partial substitute for individual rationality', *The Journal of Political Economy* **101**, 119–137.
- Gode, D. K. & Sunder, S. (1997), 'What makes markets allocationally efficient?', *The Quarterly Journal of Economics* **112**(2), pp 603–630.

- Goeree, J. K. & Offerman, T. (2004), 'Notes and comments the amsterdam auction', *Econometrica* **72**(1), 281–294.  
**URL:** <http://ideas.repec.org/a/ecm/emetrp/v72y2004i1p281-294.html>
- Goyal, S. & Moraga-Gonzalez, J. L. (2001), 'R&d networks', *The RAND Journal of Economics* **32**(4), 686–707.
- Graddy, K. (1995), 'Testing for imperfect competition at the fulton fish market', *RAND Journal of Economics, The RAND Corporation*, vol. **26**(1), pages 75–92, Spring.
- Graddy, K. (2006), 'Markets : The fulton fish market', *Journal of Economic Perspectives* vol. **20**, issue **2**, 207–220.
- Grandmont, J.-M. (1987), 'Distributions of preferences and the "law of demand"', *Econometrica* **55**, pp. 155–161.
- Granovetter, M. (1985), 'Economic action and social structure : The problem of embeddedness', *American Journal of Sociology* **91**.
- Hayek, F. V. (1937), 'Economics and knowledge', *Economica* **4**, 33–54.
- Heathcote, J. (2005), 'Fiscal policy with heterogeneous agents and incomplete markets.', *Re- view of Economic Studies* **72**(1), 161–88.
- Heckman, J. (2001), 'Micro data, heterogeneity, and the evaluation of public policy : Nobel lecture.', *Journal of Political Economy* **109**(4), 673–748.
- Hildenbrand, W. (1994), *Market Demand*, Princeton : Princeton University Press.
- Ho, M. & Verspagen, B. (2006), The role of national borders and regions in knowledge flows, *in* 'How Europe's economies learn', Oxford : Oxford University Press, pp. 50–79.
- Hortaçsu, A. (2011), 'Recent progress in the empirical analysis of multi-unit auctions', *International Journal of Industrial Organization* **29**, 345–349.
- Iori, G. (2002), 'A microsimulation of traders activity in stock market : the role of heterogeneity, agents' interactions and trade frictions.', *Journal of Economic Behavior and Organization* **49**, 269–285.
- Jackson, M. & Wolinsky, A. (1996), 'A strategic model of social and economic networks', *Journal of Economic Theory* **71**, 44–74.

- Jackson, M. O. & Rogers, B. W. (2007), ‘Meeting strangers and friends of friends : How random are social networks?’, *American Economic Review* .
- Jackson, M. & Watts, A. (2002), ‘The evolution of social and economic networks’, *Journal of Economic Theory* .
- King, G., & Zeng, L. (2001), ‘Logistic regression in rare events data’, *Political Analysis* **9**(2).
- Kirman, A. (1992), ‘Whom or what does the representative individual represent?’, *The Journal of Economic Perspectives* .
- Kirman, A. (1993), ‘Ants, rationality, and recruitment’, *The Quarterly Journal of Economics* **108** (1), 137–156.
- Kirman, A. (1997), ‘The economy as an interactive system.’, *The economy as an evolving complex system II* .
- Kirman, A. (2010), *Complex Economics : Individual and Collective Rationality*, Graz Schumpeter Lectures.
- Kirman, A. & Moulet, S. (2009), *Systèmes Complexes et Sciences Sociales*, Vuibert., chapter Impact de l’organisation du marché : Comparaison de la négociation de gré à gré et des enchères descendantes.
- Kirman, A., Moulet, S. & Schulz, R. (2008), ‘Price discrimination and customer behaviour : empirical evidence from marseille’, *GREQAM document de travail* **57**.
- Kirman, A. P. (1995), ‘Economies with interacting agents’, *Discussion Paper Serie A 500*, University of Bonn, Germany. .
- Kirman, A. & Vignes, A. (1990), *Price Dispersion : Theoretical Coordination and Empirical Evidence from the Marseilles Fish Market*, Macmillan.
- Klemperer, P. (2000), ‘Auction theory : A guide to the literature’, *The Economic Theory of Auctions* .
- Kormendi, R. (1979), *Studies in the Economics of Search*, North-Holland, New York, chapter Dispersed Transactions Prices in a Model of Decentralized pure Exchange.
- Kranton, R. & Minehart, D. (2001), ‘A theory of buyer-seller networks’, *American Economic Review* **91**(3), 485–508.

- Krugman, P. (1991), 'Increasing returns and economic geography', *Journal of Political Economy* **99**, 483–499.
- Krugman, P. (1996), 'The self-organizing economy', *Cambridge, MA : Blackwell Publishers*. .
- Lazega, E. (2001), *The Collegial Phenomenon : The Social Mechanisms of Cooperation Among Peers in a Corporate Law Partnership*, Oxford University Press.
- LeBaron, B. (2001), 'Empirical regularities from interacting long and short horizon investors in an agent-based stock market.', *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* **5**.
- LeBaron, B. (2002), 'Building the santa fe artificial stock market', *Physica A*, .
- LeBaron, B. & Yamamoto, R. (2009), 'The impact of imitation on long memory in an order-driven market.', *Eastern Economic Journal* **34(4)**, 504– 517.
- Lesourne, J. (1991), 'Economie de l'ordre et du désordre'.
- Loayza, Schmidt-Hebbel, S. (2000), 'What drives private saving across the world?', *Review of Economics and Statistics*, **82 :2 (May)**,, 165–181.
- Luna, F. (2002), 'Computable learning, neural networks, and institutions', *Evolutionary Computation in Economics and Finance* .
- Lux, T. & Marchesi, M. (2000), 'Volatility clustering in financial markets : A micro-simulation of interacting agents', *International Journal of Theoretical and Applied Finance* **3**.
- Manski, C. (2000), 'Economic analysis of social interactions', *Journal of Economic Perspectives, American Economic Association* **vol. 14(3)**, pages 115–136.
- Markose, S., Alentorn, A. & Krause, A. (2004), 'Dynamic learning, herding and guru effects in networks', *Working Paper 582* .
- Marks, R. E. (1992), 'Breeding hybrid strategies : Optimal behaviour for oligopolists.', *Journal of Evolutionary Economics* **2**.
- Marshall, A. (1930), *Principles of Economics*, London : Mac Millan and Cř.
- Maskin, E. & Riley, J. (1984), 'Optimal auctions with risk averse buyers.', *Econometrica* **52**.

- Maskin, E. & Riley, J. (1985), 'Auction theory with private values', *American Economic Review* **vol. 75**, pp 150–155.
- Maskin, E. & Riley, J. (1989), 'Optimal multi-unit auctions', *The Economics of Missing Markets, Information, and Games* p. 312–335.
- Maskin, E. & Riley, J. (2000), 'Asymmetric auctions', *Review of Economic Studies* **67**, 439–454.
- Mayer, C. J. (1995), 'A model of real estate auctions versus negotiated sales', *Journal of Urban Economics* **38**, 1–22.
- McAfee, R. & McMillan, J. (1989a), 'Government procurement and international trade.', *Journal of International Economics* **26**, 291–308.
- McAfee, R. P. & McMillan, J. (1989b), '"government procurement and international trade"', *Journal of International Economics* **26**, 291–308.
- McAfee, R. P. & McMillan, J. (1992), 'Bidding rings', *American Economic Review* **82**, 579–599.
- McAfee, R. P. & McMillan, J. (1996), 'Analyzing the airwaves auction', *The Journal of Economic Perspectives* **Vol. 10, No. 10 Winter**, pp. 159–175.
- MEJ Newman, M. G. (2004), 'Finding and evaluating community structure in networks', *Physical review E* .
- Mignot, S., Tedeschi, G. & Vignes, A. (2012), 'An agent based model of switching : The case of boulogne s/mer fish market', *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* **15 (2) 3 15 (2)**, 3.
- Milgrom, P. (1986a), *Advances in Economic theory :fifth world congress of the Econometric Society*, Cambridge University Press, London : Mac Millan and Co, chapter Auction Theory, pp. pp 11 – 32.
- Milgrom, P. (1986b), *Advances in Economic theory :fifth world congress of the Econometric Society*, Cambridge University Press, London : Mac Millan and Co, chapter Auction Theory, pp. pp 11 – 32.
- Milgrom, P. (2000), 'Putting auction theory to work : The simultaneous ascending auction', *Journal of Political Economy* **108, 2**, 245–272.
- Milgrom, P. (2004), *Putting auction theory to work.*, Cambridge.
- Mill, J. (1869a), 'Part 1, fortnightly review', pp. pp 505–518.

- Mill, J. (1869*b*), ‘Part 2, fortnightly review’, pp. pp 680–700.
- Miller, J. H. & Andreoni, J. (1990), ‘A coevolutionary model of free riding behavior : Replica- tor dynamics as an explanation of the experimental results.’
- Moody, J. & Douglas, M. (2003), ‘Structural cohesion and embeddedness : A hierarchical concept of social groups’, *American Sociological Review* **68**, 103–127.
- Myerson, R. (1981*a*), ‘Optimal auction design’, *Mathematics of Operations Research* **vol 6(1)**, pp 58 – 73.
- Myerson, R. (1981*b*), ‘Optimal auction design. mathematics of operations research’, **6**.
- Naegelen, F. (1989), *Les Mécanismes d’ Enchères*.
- Nelson R., W. S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press.
- Newman, M. (2003), ‘The structure and function of complex networks’, *SIAM Review* **45**, 167–256.
- Newman, M. E. J. (2001), ‘The structure of scientific collaboration networks’, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **98**, 404–409.
- Olsen, M. (1965), ‘The logic of collective action.’, *Cambridge, MA : Harvard University Press* .
- Orlean, A. (1990), ‘Le rôle des influences interpersonnelles dans la détermination des cours boursiers’, *Revue Économique, Programme National Persée* **41(5)**, 839–868.
- Orlean, A. (1995), ‘Bayesian interactions and collective dynamics of opinion : Herd behavior and mimetic contagion’, *Journal of Economic Behavior & Organization* **28(2)**, pp 257–274.
- P Jehiel, B. M. (1996), ‘How (not) to sell nuclear weapons’, *The American Economic Review* .
- Pagano, M. & Roell, A. (1996), ‘Transparency and liquidity : A comparison of auction and dealer markets with informed trading’, *Journal of Finance* pp. 579–611.
- Palfrey, T. (1983), ‘Bundling decisions by a multiproduct monopolist with incomplete information.’, *Econometrica* **51**, 463–484.

- Pareto, V. (1906), *Manuel d'Economie Politique*, Mac Millan.
- Peter T.L. Popkowski Leszczyc, G. H. (2010), 'To bundle or not to bundle : Determinants of the profitability of multi-item auctions', *Journal of Marketing* **74**, 110–124.
- Phillip Bonacich, P. L. (2001), 'Eigenvector-like measures of centrality for asymmetric relations', *Social Networks* **23**, 191–201.
- PORTER, R. & ZONA, D. (1993), 'Détection of bid rigging in procurement auctions', *journal of political economy* **101**, 518–538.
- Powell, W., Koput, K. W. & Smith-Doerr, L. (1996), 'Interorganizational collaboration and the locus of innovation : Networks of learning in biotechnology', *Administrative Science Quarterly* **41**(1), 116.
- Powell, W., White, D., Koput, K. & Owen-Smith, J. (2005), 'Network dynamics and field evolution : The growth of interorganizational collaboration in the life sciences', *American Journal of Sociology* **110**(4).
- Progrebna, G. (2006), 'Auctions, versus bilateral bargaining : Evidence from a natural experiment', *Working Paper, available at SSRN*.
- R., A. & A.-L., B. (2002), 'Statistical mechanics of complex networks', *Reviews of Modern Physics* **74**(47).
- R Development Core Team (2005), *R : A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.  
**URL:** <http://www.R-project.org>
- R., M. P. W. (1982), 'A theory of auctions and competitive bidding', *Econometrica* **50**.
- Riley, J. & Samuelson, W. (1981), 'Optimal auctions', *The American Economic Review* **vol 71**(3), pp 381 – 392.
- Robinson, M. (1985), 'Collusion and the choice of auction', *Rand Journal of Economics* **16**, 141–145.
- Rust J., M. J. H. & R., P. (1994), 'Characterizing effective trading strategies : Insights from a computerized double auction tournament.', *Journal of Economic Dynamics and Control* **18**.
- Ryan, B. & Gross, N. C. (1943), 'The diffusion of hybrid seed corn in two iowa communities', *Rural Sociology* **8**(15).

- Schelling, T. C. (1978), 'Micromotives and macrobehavior', *New York, NY : W. W. Norton and Co. .*
- Schrooten, Mechthild, S. (2005), 'Private savings and transition : Dynamic panel data evidence from accession countries.', *Economics of Transition* **13 :2**, 287–309.
- Sonia Moulet, J. R. (2008), 'The influence of seller learning and time constraints on sequential bargaining in an artificial perishable goods market', *Journal of Economic Dynamics and Control* **32, 7**, 2322–2348.
- Stiglitz, J. & Greenwald, B. (2003), *Towards a New Paradigm in Monetary Economics*, Cambridge University Press.
- Tedeschi, G., Iori, G. & Gallegati, M. (2009), 'The role of communication and imitation in limit order markets.', *European Physical Journal B* **71(4)**, 489–497.
- Tedeschi, G., Iori, G. & Gallegati, M. (forthcoming), 'Herding effects in order driven markets : the rise and fall of gurus.', *Journal of Economic Behavior and Organization* .
- Tedeschi, G., Mignot, S., Gallegati, M. & Vignes, A. (2012), 'Lost in transactions : The case of the boulogne s/mer fish market', *Physica A : Statistical Mechanics and its Applications* **391**, 1400–1407.
- Tesfatsion, L. (1997), 'How economists can get alive.', *The economy as an evolving complex system II Proceedings Volume XXVII* .
- Thornton (1869), *On Labour*, Mac Millan.
- Vickrey, W. (1961a), 'Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders', *Journal of finance* **16**.
- Vickrey, W. (1961b), 'Couterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders', *Journal of Finance*, **16**, 8–37.
- Vignes, A. (1993), Dispersion des prix sur un marché décentralisé : le cas du marché au poisson de marseille, Master's thesis, European University Institute.
- Vignes, A. & Etienne, J.-M. (2009), 'Can an exchange market be studied as a seller-seller network? the case of the marseille fish market', *Journal of Economic Behaviour and Organization* .

- Vignes, A. & Etienne, J.-M. (2011), ‘Price formation on the marseille fish market : Evidence from a network analysis’, *Journal of Economic Behavior & Organization* **80**, 50–67.
- Viswanathan, S. & Wang, J. (2002a), ‘Market architecture : limit-order books versus dealership markets’, *Journal of Financial Markets, Elsevier*, vol. **5(2)**, pages 127–167, April.
- Viswanathan, S. & Wang, J. (2002b), ‘Market architecture : limit-order books versus dealership markets’, *Journal of Financial Markets, Elsevier*, vol. **5(2)**, pages 127–167, April.
- Vriend, N. J. (1995), ‘Self-organization of markets : An example of a computational approach.’, *Computational Economics* **8**.
- Vriend, N. J. (2000), ‘An illustration of the essential difference between individual and social learning, and its consequences for computational analyses.’, *Journal of Economic Dynamics and Control* **24**.
- W, A. (1989), ‘Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events.’, *Economic Journal* **99(394)**, 116–131.
- W. Brian Arthur, Yu.M. Ermoliev, Y. K. (1987), ‘Path-dependent processes and the emergence of macro-structure’, *European Journal of Operational Research* **Volume 30, Issue 3**, Pages 294–303.
- Walras, L. (1874), *Éléments d’Économie politique pure, ou théorie de la richesse sociale*.
- Wasserman S., F. K. (1994), *Social Network Analysis : Methods and Applications*.
- Watts, D. J. & Strogatz, S. H. (1998), ‘Collective dynamics of ‘small-world’ networks’, *Nature* **393**, 440–42.
- Weber, R. (1983), ‘Multi-object auctions.’, *Auctions, Bidding, and Contracting* p. 165–91.
- Weisbuch, G., K. A. & Herreiner, D. (1995), ‘Market organization’, *Economic Journal* **110**.
- Weisbuch, G., Kirman, A. & Herreiner, D. (2000), ‘Market organization and trading relationships’, *The Economic Journal* pp. 411–436.
- Weisbuch, G., Kirman, A. & Herreiner, D. K. (1996), Market organization, Technical report, University of Bonn, Germany.

- Wilhite, A. (2001), 'Bilateral trade and 'small-world' networks.', *Computational Economics* **18**.
- Williamson, O. E. & Masten, S. E. (1999), 'The economics of transaction costs.', *Northampton, MA : Edward Elgar Publishing.* .
- Windmeijer, F. (2005), 'A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step gmm estimators.', *Journal of Econometrics* **126 :1 (May)**, 25–51.
- Young, H. P. (1998), 'Individual strategy and social structure.', *Princeton University Press.* .

## **Résumé :**

Le marché aux poissons de Boulogne-sur-Mer se caractérise par l'organisation singulière de son système de vente. En effet, sur celui-ci, les acheteurs et les vendeurs peuvent choisir chaque jour de recourir à un mécanisme d'enchères ou à un marché de gré à gré (voire à ces deux possibilités en même temps), pour commercer entre eux.

La coexistence de ces deux systèmes de vente est stable dans le temps, chacun d'entre eux représentant approximativement la moitié des quantités échangées.

Cette singularité économique conduit à s'interroger sur les conditions nécessaires à l'émergence et à la stabilité de cette coexistence. Pourquoi les agents ne s'accordent-ils tous pas pour un unique mécanisme de transaction comme dans la majorité des marchés? pourquoi observe t'on une si grande volatilité dans les choix individuels de marché?

Afin de comprendre les conditions nécessaires à cette coexistence de mécanismes de marché, la présente thèse se déclinera comme suit.

La première partie sera dédiée à l'étude empirique des transactions journalières ayant lieu sur chacun des deux sous-marchés. Nous commençons par une analyse statistique et économétrique afin d'extraire les faits stylisés représentatifs des propriétés du marché et de ses acteurs, avant de procéder à une analyse des réseaux sociaux existants sur ce marché, visant à déterminer l'influence des interactions dans la prise de décision.

Fort de ces résultats, nous construisons des modèles informatiques multi-agents, capables de reproduire les comportements observés au niveau individuel, et, au travers ceux-ci, le comportement du marché lui-même au niveau agrégé.

## **Descripteurs :**

apprentissage, modèles multi-agents, économie computationnelle à base d'agents, réseaux sociaux, structure des marchés.

## ***Abstract :***

The Boulogne-sur-Mer fish market is organized in a very specific way. Each day buyers and sellers can choose to use either an auction mechanism, a negotiated market, or even both, in order to sell and buy goods.

A stunning fact observed is the stable coexistence of those two sub-markets throughout time, with no convergence of agents toward one of them, each one accounting for roughly half of the exchanged quantities.

The present thesis aims at discovering the necessary conditions of the emergence and stability of such a coexistence.

To do it, we will begin with an empirical study of daily transactions that have occurred on this market for a few years.

We begin with a statistical and econometric study to extract the main stylized facts of this market, then we study the social networks influencing the outcomes.

Once those facts determined, we build agent-based computational models able to reproduce the individual behaviours of agents, and through these, the emergence of the market's behaviour itself.

## ***Keywords :***

Learning, Agent-Based Computational Economics, Social networks.

