

**CONTRIBUTION A LA COMPREHENSION DU
FONCTIONNEMENT D'UN MARCHE DECENTRALISE
ET CONCURRENTIEL**

THESE POUR LE DOCTORAT EN SCIENCES ECONOMIQUES
présentée et soutenue publiquement par

Raluca PARVULESCU

le 15 octobre 2009

sous la direction de Nicolas Vaneecloo et Laurent Cordonnier

Jury :

M. Jean-Paul Delahaye, Professeur, Université Lille 1

M. Rodolphe Dos Santos Ferreira, Professeur émérite, Université de Strasbourg, rapporteur

M. Jean-Sébastien Lenfant, Professeur, Université Lille 1

M. Antoine Rebeyrol, Professeur, Université de Paris X-Nanterre

M. Nicolas Vaneecloo, Professeur, Université Lille 1

M. Marc Willinger, Professeur, Université de Montpellier I, rapporteur

REMERCIEMENTS	5
INTRODUCTION GENERALE	7
PARTIE I	14
CHAPITRE 1. LE MARCHE A PRIX AFFICHES : APPROCHE ANALYTIQUE	16
1. Le marché à prix affichés et à production « anticipée »	17
1.1 <i>Quelques éléments et concepts nécessaires pour la compréhension du fonctionnement d'un marché décentralisé</i>	18
1.2 <i>Existence ou inexistence de l'équilibre de Nash sur les contextes de marché à production anticipée</i>	31
2. Le marché à production « sur commande »	57
2.1 <i>Les marchés de concurrence « classique »</i>	58
2.2 <i>Le marché avec concurrence « à la Bertrand »</i>	67
Conclusion	72
CHAPITRE 2. LE MARCHE A PRIX AFFICHES : APPROCHE EXPERIMENTALE	73
1. La première vague d'expérimentations	75
1.1 <i>Le protocole expérimental du type « mise en situation »</i>	76
1.2 <i>Les principaux résultats obtenus</i>	81
2. La deuxième vague d'expérimentations et le début de la troisième vague	97
2.1 <i>Les marchés sur lesquels l'issue concurrentielle est un équilibre dans le jeu simple</i>	100
2.2 <i>Les marchés dans lesquels l'équilibre analytique existe mais ne coïncide pas avec l'issue de concurrence</i>	114
2.3 <i>Les marchés sur lesquels l'équilibre de Nash en stratégies pures est inexistant- troisième vague.</i>	121
Conclusion	130

CHAPITRE 3. ANALYSE DES PHENOMENES OBSERVES SUR NOS MARCHES EXPERIMENTAUX A PRIX AFFICHES, PRODUCTION « ANTICIPEE » ET FONCTION DE COUT MARGINAL EN U..... 134

1. Le cadre de marché utilisé et le protocole expérimental	135
1.1 <i>Le contexte de marché</i>	135
1.2 <i>Le protocole expérimental</i>	145
2. Analyse des résultats obtenus dans les sessions expérimentales organisées.....	151
2.1 <i>Convergence des politiques vers la politique de l'issue de concurrence.....</i>	151
2.2 <i>Stabilisation et homogénéisation partielles des marchés expérimentaux.....</i>	160
2.3 <i>Coordination et coopération faibles entre les offreurs sur les marchés expérimentaux.....</i>	172
Conclusion	181

CHAPITRE 4. ANALYSE DES COMPORTEMENTS.....184

OBSERVES SUR LES MARCHES EXPERIMENTAUX.....184

1. Les indicateurs de l'analyse des comportements.....	185
1.1 <i>Le caractère « raisonnable » des politiques adoptées</i>	185
1.2 <i>Analyse économétrique des règles de comportement des participants</i>	198
2. Le lien entre le dosage des comportements et les issues observées	205
2.1 <i>Les résultats des interactions entre des automates du même type</i>	206
2.2 <i>Les issues de marchés obtenues avec différentes « dosages » entre les deux types d'automates.....</i>	231
Conclusion	234

PARTIE III.....236

CHAPITRE 5. IMPACT DE LA RATIONALITE «COGNITIVE » SUR LE MARCHÉ DE CONCURRENCE « CANONIQUE ».....239

1. Interactions entre des comportements « raisonnables » du point de vue cognitif appartenant à la même famille	242
1.1 <i>Les « coopératifs »</i>	242
1.2 <i>Les « stratégiques »</i>	259
1.3 <i>Les « preneurs de prix ».....</i>	273
2. Interactions sur le même marché entre des comportements appartenant à des familles différentes	287
2.1 <i>Les tournois à deux comportements sur le même marché.....</i>	288
2.2 <i>Les tournois avec trois comportements sur le même marché.....</i>	300
Conclusion	310

CHAPITRE 6. LE PROCESSUS DE SELECTION NATURELLE SUR UN MARCHE DECENTRALISE : SUPREMATIE DE L'UN DES COMPORTEMENTS COOPERATIFS ; ETAT FINAL DE QUASI- CARTEL 312

1. Mise en place d'une démarche évolutionnaire pour l'étude des marchés	313
1.1 <i>Etat de l'art autour du rôle de l'évolution en économie</i>	313
1.2 <i>La procédure de simulation d'un processus évolutionnaire</i>	326
2. Résultats des simulations écologiques	334
2.1 <i>Les comportements « vainqueurs » à la fin du processus de sélection naturelle et l'issue de marché qui s'y impose</i>	334
2.2 <i>Consolidation des résultats obtenus</i>	341
Conclusion	354
CONCLUSION GENERALE	356
ANNEXES	362
Annexe 1. Instructions de jeu	362
Annexe 2. D'autres versions de comportements de preneur de prix	368
Annexe 3. Les rencontres entre deux comportements « raisonnables » s'ayant soldées par une issue « inefficente »	373
Annexe 4. Les rencontres entre trois comportements « raisonnables » s'ayant soldées par une issue « inefficente »	375
BIBLIOGRAPHIE	382

REMERCIEMENTS

Le moment le plus difficile de la rédaction d'une thèse est peut être celui-ci car, on a beau y penser dès le début de la rédaction, le moment venu, on ne saura jamais comment dire toute la reconnaissance que l'on ressent envers ceux qui nous ont entouré pendant cette période.

Je commencerai par exprimer toute ma gratitude envers celui qui fut mon « maître » pendant cette période, M. Nicolas Vaneecloo. Un maître non seulement d'un point de vue scientifique, ce qui est, certes, déjà une raison de reconnaissance en soi, mais aussi un maître avec de vraies qualités humaines derrière son masque parfois sarcastique. Le parcours de la thèse étant souvent parsemé de moments de forts doutes, de remises en question et même, de désirs d'abandonner, je voudrais le remercier d'avoir toujours été honnête avec moi, d'avoir su trouver les mots justes pour m'aider dans ces moments, de m'avoir donné la force de continuer.

Ma reconnaissance va aussi vers M. Laurent Cordonnier, qui, en tant que co-directeur de thèse m'a incité à approfondir mes recherches m'ouvrant des pistes de réflexion pour lesquelles je lui dois beaucoup. Son aide, ses opinions critiques mais justes, ses remarques et surtout son amitié m'ont été très précieuses.

Il va de soi qu'un travail n'est jamais complet tant qu'il n'a pas reçu l'appréciation de ceux qui sont en mesure de le juger. Ainsi je voudrais remercier les deux rapporteurs de cette thèse, M. Rodolphe Dos Santos Ferreira et M. Marc Willinger d'avoir accepté de lire cette thèse et de me faire part de leurs remarques. J'aimerais également remercier M. Jean-Paul Delahaye, M. Jean-Sébastien Lenfant et M. Antoine Rebeyrol d'avoir accepté de faire part de ce jury et de m'apporter leurs avis durant la soutenance.

Cette thèse ne serait jamais ce qu'elle est aujourd'hui sans les résultats obtenus grâce à la collaboration avec Jean-Paul Delahaye et Rémi Dorat. Nos travaux communs m'ont aidé à élargir la portée générale de la thèse et d'explorer un milieu qui m'était, jusque là, inconnu : l'univers des simulations informatiques. Je ne peux qu'espérer que notre collaboration se prolongera au-delà de la thèse.

Cette thèse est également le fruit de longues discussions enrichissantes et enthousiastes avec Sébastien Richard qui a bien voulu me « prêter » ses étudiants et son soutien pour mener les expérimentations. A lui et à Virginie Delsart, qui, de nombreuses fois s'est prêtée elle-même au rôle du cobaye, je dois des remerciements pour leurs relectures et suggestions et pour l'amitié qu'ils m'ont témoignée pendant cette période.

Je tiens à remercier également le Clersé pour son soutien matériel qui m'a permis de mener à terme mon travail de recherche mais aussi pour l'ouverture intellectuelle qu'il offre à ses membres grâce aux nombreux séminaires pluridisciplinaires organisés. Si, pour beaucoup de jeunes doctorants, le travail de thèse se réalise en quasi autarcie par rapport au reste du monde de la recherche, j'estime avoir eu une chance incroyable d'avoir pu rencontrer des chercheurs venant des univers très différents du mien et de m'avoir permis ainsi de continuer à apprendre.

Je ne pourrai pas ne pas exprimer ma gratitude envers l'école doctorale Sésam pour les excellentes conditions de travail dont j'ai bénéficié.

Mais cette période de thèse ne fut pas seulement un long travail. Il m'a aussi permis de rencontrer des personnes qui sont devenus très vite des amis. Ainsi, je voudrais les remercier pour leur soutien et pour leurs conseils... Vincent, Nicolas, Thomas, Mélanie, Fabien, Jordan, Sophie et Marie, je suis contente d'avoir fait cette thèse rien que pour avoir pu vous rencontrer. Mais il y a aussi eu mes amis d'ici et d'ailleurs qui sont toujours restés à mes côtés. Merci à Cosmina, Flori, Mihai, Gabi, Oana, Cristina...

Je tiens aussi à remercier ma famille et ma belle famille qui ont su, avec des mots gentils et beaucoup d'attention, dédramatiser beaucoup de moments difficiles et de forts doutes.

Enfin, je remercie Pierre parce que cette thèse est un peu la sienne aussi, tant il m'a accompagné pendant toute sa conception. Merci pour sa qualité d'écoute, pour ses relectures et surtout pour son incroyable patience. Grâce à lui, le travail de thèse a été une période de découverte de moi-même, de mes capacités mais aussi de mes limites.

INTRODUCTION GENERALE

Après trois siècles de développement des sciences économiques, l'une des questions qui reste au cœur des controverses dans la discipline est celle du rôle et des effets de la concurrence. La conjecture de Smith, comme on pourrait l'appeler, est que la concurrence parvient à générer un ordre spontané qui coïncide avec un optimum social. L'ensemble des recherches qui s'efforcent de démontrer cette conjoncture (ou d'en fournir les conditions de validité) pourrait lui-même être qualifié de Paradigme Smithien.

La théorie walraso-paretienne de l'équilibre général représente sans doute la tentative la plus aboutie qui ait été faite pour essayer d'établir la conjecture de Smith. Elle met en scène un système complet de marchés et dénomme équilibre « concurrentiel » la situation associée à un système de prix assurant l'égalité entre l'offre et la demande sur chacun de ces marchés. Il est, semble-t-il, admis que cette tentative d'envergure reste un demi-échec (Scarf [1960], Sonnenschein [1972], [1973], Debreu [1974], Mantel [1974], Hart [1975]). Certes, un système complet de marchés exhibe sous certaines conditions, jugées généralement admissibles, un équilibre **dit** concurrentiel. Mais la convergence des actions entreprises par les offreurs et les demandeurs vers cette issue n'est pas garantie, théoriquement, sous des hypothèses jugées assez facilement admissibles. L'équilibre dit concurrentiel a beau exister, et il a beau coïncider théoriquement avec un optimum de bien-être collectif, rien ne garantit vraiment que cet équilibre pourra être atteint... que ce soit par des mécanismes de tâtonnement ou de non tâtonnement.

Mais au-delà de ce demi-échec, le programme de travail walrasien rencontre, à notre sens, un problème encore plus profond : dans le cadre du marché walrasien, bien que l'on voie le caractère bienfaiteur de la concurrence, on n'y voit pas la concurrence. Il a été suffisamment remarqué (Bertrand [1883], Arrow [1959], Hahn [1978], [1987], Fisher [1983], [1987]) que le cadre walrasien est assez mal configuré pour mettre en scène le rôle de la concurrence, animée par la main invisible. Sur ce marché, en effet, les agents économiques ne prennent aucune initiative d'affichage des prix et sont réduits à faire des propositions en quantités en réponse aux prix criés par un personnage extérieur au marché, le commissaire priseur. La

présence d'un commissaire priseur annihile le lien entre le concept de concurrence et son mode opératoire.

Quand on se représente le monde idéal gouverné par la concurrence, on s'attend à voir des agents qui agissent indépendamment les uns des autres. Le monde de la concurrence devrait être un monde essentiellement **décentralisé**, où les offreurs sont mis dans une relation de compétition les uns avec les autres. L'opérateur de la concurrence entre les offreurs devrait être la liberté d'action des consommateurs : le fait que ceux-ci soient informés de tous les prix affichés sur le marché et qu'ils puissent se déplacer, sans aucun coût vers l'offreur proposant le prix le plus faible (ce qu'on appelle une demande parfaitement fluide) renforce l'intensité de la concurrence. Or, sur un marché à la Walras, cette mise en concurrence des offreurs n'existe pas¹. Ce ne sont pas les offreurs qui font les propositions de prix. Ils ne sont pas, concrètement, mis en concurrence les uns avec les autres... Il n'y a aucune raison pour laquelle des consommateurs préféreraient acheter à un vendeur plutôt qu'à un autre puisque le prix auquel offres et demandes se manifestent est posé d'emblée comme unique pour tous les biens et services identiques.

Certes, sur un marché à la Walras le processus de tâtonnement implique une variation des prix, et on pourrait rétorquer que c'est là l'effet de la concurrence. Mais ce n'est pas le marché en lui-même, par le biais des déplacements libres des consommateurs vers les offreurs les mieux disant qui fait varier les prix : c'est un acteur placé au dessus des agents, le commissaire priseur, qui joue ce rôle.

Autrement dit, ce ne sont pas les agents qui font varier les prix, sous l'empire de la concurrence, c'est juste le mode opératoire de l'institution centralisatrice qui les coordonne.

Une grande partie des économistes continue, encore aujourd'hui, à faire **comme si** le commissaire priseur n'était qu'une métaphore du monde réel. Selon eux, sous la double condition d'atomicité et de demande fluide du marché, les participants adoptent un comportement de type « preneur de prix » même lorsqu'il n'y a pas de commissaire priseur sur le marché. Cette position a des racines très anciennes : on la retrouve chez Marshall [1890] dans les Principes d'économie politique, Livre V, Chapitre 3 :

¹ Ceci est, d'ailleurs, également le cas d'un marché à la Cournot, qui représente un autre modèle représentatif d'un marché centralisé.

« Nous admettons, par exemple, que les forces d'offre et de demande agissent librement ; (...) et qu'il existe, en général, **une libre concurrence** ; c'est-à-dire que les acheteurs font librement concurrence aux acheteurs et les vendeurs aux vendeurs. Mais, bien que chacun agisse pour son compte, nous supposons que sa connaissance de ce que font les autres est, en général, suffisante pour l'empêcher d'accepter ou de payer un prix supérieur accepté ou payé par d'autres ».

Même si Marshall appelle cette concurrence « libre », il introduit dans sa définition une condition nouvelle : les consommateurs pourraient refuser d'acheter chez un offreur si le prix affiché par celui-ci était supérieur aux prix affichés par d'autres. Cette hypothèse est en contradiction avec l'idée que l'on se fait de la liberté d'action des consommateurs, lesquels agissent sans aucun état d'âme, avec pour unique guide la quête de leur utilité maximale. Celle-ci se traduit par une règle d'action simple : toute proposition de prix d'un offreur qui est inférieure ou égale à leur valeur de réserve est *a priori* acceptable, sachant que l'objectif du consommateur est évidemment de rendre maximale sa « rente » (c'est-à-dire l'écart entre sa valeur de réserve et le prix payé). Ceci amène donc les consommateurs à accepter le prix d'offre le plus faible qui conduira à un échange réalisable. Suivre Marshall au pied de la lettre, c'est-à-dire faire l'hypothèse qu'un consommateur refusera de payer un prix plus élevé que celui qu'un autre consommateur a réussi à obtenir, c'est le doter d'un idéal de justice (le prix doit être le même pour tous) qui contrevient à son intérêt. Cette hypothèse est, certes, loin d'être sans intérêt, mais elle est complètement étrangère au paradigme smithien de la poursuite exclusive de l'intérêt personnel.

Lorsque l'on exclut la position marshalienne concernant les comportements des consommateurs, l'hypothèse suivant laquelle, sur un marché de concurrence décentralisé, on pourrait faire **comme si** il existait vraiment un commissaire priseur, est-elle fondée (en pratique ou en raison) ? Telle est la question que soulève cette thèse. Le début de réponse que nous apporterons à cette question surprendra sans doute plus d'un économiste – rassuré à trop bon compte par un siècle de tradition d'analyse en équilibre partiel : le marché de concurrence, au sens cette fois d'une concurrence libre par les prix entre les offreurs, reste une énigme pour la théorie économique. Et c'est à la résolution de cette énigme que nous tenterons de contribuer.

L'énigme se situe au confluent de deux courants. Le premier est celui des travaux analytiques qui, dans la suite des idées énoncées par Bertrand, dans sa célèbre recension des ouvrages de Cournot et de Walras publiée dans le Journal des Savants en 1883 introduit clairement, sur un marché isolé, l'hypothèse de concurrence par les prix. Le second est celui de l'économie expérimentale qui, à la suite de Chamberlin [1948] et surtout de Vernon Smith [1962], [1964] tente de nous éclairer sur l'issue à laquelle conduit, en pratique, la confrontation des agents sur un marché décentralisé.

Le premier courant se propose d'analyser, avec les outils classiques de la rationalité économique, un marché « vraiment » concurrentiel, c'est-à-dire un marché décentralisé, sur lequel les offreurs affichent leurs prix en face d'une demande parfaitement fluide. Or, lorsque l'on prend au sérieux ces hypothèses, les résultats obtenus sont plus que troublants : sur ces marchés, il n'existe tout simplement pas, sauf cas particuliers (dont celui d'un marché à la Bertrand) d'équilibre de Nash. Cette proposition sera démontrée dans notre thèse. Non seulement l'issue de concurrence n'est pas en général une issue d'équilibre, mais de plus, aucune autre issue ne l'est.

Que se passe-t-il alors sur ces marchés ? Quelles trajectoires y suivront les prix au fil des échanges ? On peut tenter d'y répondre, comme cela a été fait, et comme nous le ferons à notre tour, en réalisant des expérimentations. Mais le caractère énigmatique de ce marché en ressortira plutôt renforcé, on le verra, du fait que les résultats obtenus sont bien souvent contradictoires.

Certes, les premières expérimentations (dans les années 1960-1980) ont apporté des résultats qui étaient de nature à produire un énorme soulagement : les marchés décentralisés et « concurrentiels » semblaient bel et bien converger vers l'issue de concurrence (on est là dans la tradition des travaux de Vernon Smith). En défiant presque les travaux analytiques, « enlisés » dans un vide épistémologique pour traiter du cas de ces marchés, toutes ces expérimentations mettaient en lumière de belles trajectoires de convergence des prix moyens vers l'issue concurrentielle.

Mais ces premiers moments d'euphorie passés (qui ont duré tout de même une vingtaine d'années), les expérimentalistes ont commencé à se demander quel rôle joue l'issue d'équilibre dans le modèle analytique du marché qui sert de référent aux expérimentations. Les expérimentations plus récentes, attachées prioritairement à explorer les contextes de

marché pour lesquels il existe un équilibre de Nash en stratégies pures, proposent des résultats très mitigés. Mais là où les expérimentations sont toutes d'accord est que sur les marchés sur lesquels il n'existe pas d'équilibre (d'après le modèle analytique), toutes les trajectoires de prix *a priori* possibles sont effectivement observées.

Le rapprochement réalisé entre le courant analytique et le courant expérimentaliste pour étudier ces contextes de marché soulève, dès lors, deux questions.

Pourquoi, dans certaines expérimentations, l'issue de concurrence s'impose, tandis que dans d'autres elle ne s'impose pas ?

L'apport de la thèse sera de montrer que c'est pour de mauvaises raisons que les économistes défendant l'hypothèse de la « concurrence efficiente » ont raison. Les marchés peuvent en effet converger vers l'issue de concurrence mais, lorsqu'ils le font, c'est parce que les offreurs adoptent des conduites « déraisonnables ». Pour paraphraser Adam Smith, c'est en raison du peu de soins que les offreurs prêtent à leurs intérêts que le marché converge vers une issue socialement désirable.

D'où la deuxième question. Si l'on exclut les conduites « déraisonnables » du marché (comme on a l'habitude de le faire en économie) comment fonctionnent de tels marchés ? Que se passe-t-il donc sur un marché sur lequel tous les offreurs sont « rationnels » ? Notre thèse est que, contrairement aux idées reçues, c'est plutôt l'issue de cartel qui devrait s'imposer et non l'issue de concurrence.

Notre thèse sera développée en trois temps.

Dans un premier temps nous faisons le point sur la littérature existante sur le sujet. Le premier chapitre est consacré à la présentation des résultats analytiques, tandis que le deuxième chapitre présente les résultats des expérimentations sur ce sujet.

La deuxième partie s'attache à étudier, expérimentalement, le marché que l'on devrait juger « canonique » dans le sens où il pourrait représenter la tradition des manuels (lorsqu'on lui enlève le commissaire priseur) : le marché à production anticipée, prix affichés, demande parfaitement fluide et courbe de coût marginal en U. Ce marché, bien qu'il réunisse toutes les

hypothèses traditionnelles de l'analyse économique, n'a pas fait l'objet (à notre connaissance) d'une étude expérimentale jusqu'ici.

Cette partie débouche sur deux apports. Le premier est que nos résultats semblent conforter l'hypothèse suivant laquelle sur un marché « concurrentiel » les échanges convergent vers l'issue de concurrence. Mais le deuxième apport donne au premier un contenu bien particulier : l'examen attentif des comportements des joueurs semble indiquer que si les marchés expérimentaux convergent vers le point de l'issue de concurrence, c'est pour de « mauvaises raisons ». En effet, ce n'est pas le caractère rationnel des agents qui produit ce résultat.

A ce stade de la thèse on comprend bien que l'issue vers laquelle converge un marché de concurrence dépend moins de ses caractéristiques propres que des conduites adoptées par les agents. Celles-ci dépendent, on s'en doute, des différentes représentations du monde que peuvent avoir les sujets, et des degrés d'acuité plus ou moins élevés de leur intelligence de la situation.

La troisième partie de la thèse opère un retour à la tradition économique : que se passerait-il si les offreurs sur le marché étaient rationnels ?

Pour poursuivre cette analyse, nous devons opérer un changement de méthode. La méthode expérimentale paraît en effet inadéquate pour répondre à cette question, sauf si les expérimentations pouvaient être précédées d'une sélection attentive des sujets. La méthode des simulations informatiques semble en revanche mieux adaptée car elle permet d'introduire de manière claire et raisonnée les hypothèses au sujet des comportements que l'on jugera « justifiables » ou « adéquats » sur un marché décentralisé.

Cette partie se concentre sur deux questions. Premièrement, quelles issues résultent de la confrontation entre les différents comportements « rationnels » modélisés (chapitre 5) ? Outre que, comme on pouvait s'y attendre, les issues de ces confrontations sont diverses, nous verrons qu'aucun comportement ne domine absolument, par ses résultats, tous les autres. L'inverse aurait eu le mérite de rendre triviale la question de la suprématie : on aurait pu retenir comme idéal type du comportement « rationnel » sur ce marché le comportement le plus efficace dans les tournois. Mais comme ce cas de figure n'existe pas, ceci nous amène à poser d'une nouvelle manière la question de savoir quel type de comportement est « vraiment » adapté au marché décentralisé. Pour y répondre, nous avons cherché lequel, ou lesquels, parmi ces comportements survivraient à un processus de sélection progressif

s'effectuant sur la base de leurs performances relatives ? Nous avons déjà indiqué ci-dessus le résultat intrigant de cette investigation. Ce ne sont ni les preneurs de prix, privilégiés par la tradition économique, ni les stratégiques, joueurs à la Edgeworth, qui survivent au processus, mais bien des agents qui comprennent que l'issue de cartel est évidemment préférable pour tous et tentent, avec intelligence, de l'instaurer (chapitre 6). Un tel résultat réactive, comme nous l'indiquerons en conclusion, la conjecture de la concurrence qui détruit la concurrence.

PARTIE I

Depuis Walras et son modèle de marché centralisé, les économistes peuvent être classés en deux catégories : il y a, d'une part ceux pour qui la métaphore du commissaire priseur est une hypothèse « acceptable » et ceux pour qui, cette hypothèse ne l'est pas. Les économistes de la première catégorie continuent à raisonner **comme si** les acteurs dans une économie étaient des preneurs de prix et **comme si** les résultats obtenus grâce à cette hypothèse pouvaient être tout simplement « adaptés » à un cadre décentralisé. Grâce aux travaux de Friedman [1953], cette hypothèse est, encore aujourd'hui, la plus répandue¹.

Cependant, une partie des économistes rejettent cette hypothèse. A la suite de Bertrand [1883] et d'Edgeworth [1881], [1925] qui avaient très tôt contesté l'hypothèse que les marchés de type Cournot-Walras avaient quoi que ce soit à avoir avec le marché de concurrence, ils considéraient qu'il est tout simplement inacceptable de faire **comme si** un commissaire priseur pouvait orienter les échanges sur un marché décentralisé. Notre thèse se situe dans la continuation de cette ligne de pensée. Nous nous demandons ce qui se passe concrètement sur un marché si l'on prend au sérieux l'hypothèse que les offreurs sont libres d'afficher leurs prix de vente.

La première partie de cette thèse présente un survol des résultats obtenus par les économistes appartenant à cette catégorie. Cette question est abordée dans un premier temps de manière théorique (Chapitre 1). Lorsqu'on approche cette littérature, le premier constat qu'on fait est celui du nombre très abondant de contextes de marchés à prix affichés qui ont été étudiés. Ces contextes se différencient entre eux soit par le moment où production et affichage des prix ont lieu, soit par la forme de fonctions de coût marginal...

Nous montrons que les résultats obtenus pour la plupart de ces contextes vont à l'encontre de ce que pensent les économistes adeptes du « comme si » : sur un marché décentralisé il n'existe pas d'équilibre de Nash en stratégies pures. Puisque l'hypothèse que les offreurs adopteraient des stratégies mixtes est difficilement acceptable du point de vue théorique et infirmée par toutes les expérimentations, le contexte de marché décentralisé devrait être envisagé comme un **marché sans équilibre**. L'analyse économique montre ici toutes ses

¹¹ Pour une analyse de la pensée walrasienne voir Rebeyrol [1999].

limites car elle manque des outils nécessaires pour envisager la question du comportement rationnel dans ce cadre.

Une autre manière d'aborder cette question est de faire opérer des agents sur un marché « artificiel » correspondant aux hypothèses retenues dans le chapitre précédent. Cette méthode de travail constitue pour beaucoup le nouveau paradigme pour analyser de tels marchés comme peut en témoigner le nombre impressionnant de travaux parus depuis 40 ans. Dans un premier temps, les expérimentations réalisées ont semblé conforter la position dominante : on observe, la plupart du temps, un phénomène de convergence des prix vers l'issue de concurrence. Toutefois, cette « belle époque » a pris fin avec le retour des questions de nature plus « théorique ». Quel rôle joue, dans le processus de convergence, la solution de l'équilibre analytique ? Que se passe-t-il sur les marchés sur lesquels cette solution n'existe pas ? L'analyse des résultats des expérimentations plus récentes montre qu'on ne peut pas non plus donner une réponse unitaire concernant le fonctionnement d'un marché décentralisé.

CHAPITRE 1. LE MARCHE A PRIX AFFICHES : APPROCHE ANALYTIQUE

La question de savoir quelle est l'issue qui devrait résulter de la mise en concurrence d'offres libres d'afficher leurs prix a marqué les esprits des économistes depuis Bertrand et Edgeworth. Dans la tradition des analyses de marché, on s'est demandé si ce marché peut aboutir, à l'équilibre, à la même issue qu'un marché centralisé, c'est-à-dire à l'issue dite « de concurrence ».

Malgré le nombre important de travaux ayant traité ce sujet, il n'y a pas un contexte de marché unanimement accepté comme étant représentatif d'un marché « décentralisé ». Toutefois, ces contextes partagent quelques propriétés communes qui, réunies, portent le nom de « demande parfaitement fluide ». Les contextes de marché à prix affichés se différencient entre eux soit par le moment où production et affichage des prix ont lieu, soit par la forme du coût marginal.

Selon le premier critère les marchés à prix affichés peuvent être avec production « anticipée » ou « sur commande ». Sur un marché avec production « anticipée » la production a lieu avant l'affichage des prix. Au moment auquel les offres affichent leurs prix, les unités sont déjà produites, ce qui introduit un risque d'invendus. Cette hypothèse nous semble la plus naturelle pour décrire les règles d'échange sur un marché décentralisé. Habituellement, la tradition économique envisage que les offres réalisent leur production avec des coûts marginaux en U mais on peut également envisager que les offres produisent leur bien avec des coûts marginaux constants.

Sur un marché à prix affichés et production « sur commande » les offres produisent seulement les unités demandées. La production a donc lieu après l'affichage des prix et il n'y a aucun risque d'invendus. Ces contextes de marchés peuvent être classés selon la forme de la courbe de coût marginal (croissante ou constante) et ensuite, selon les capacités de production des offres. Ces dernières peuvent être illimitées (Bertrand [1883]) ou limitées (Edgeworth [1925]).

Entre les deux contextes de marchés à production « anticipée » et à production « sur commande », s'est glissé un troisième contexte, le marché « hybride ». Sur ce marché les opérations se déroulent en deux temps : dans un premier temps, les offres réalisent leurs productions en fonction, bien évidemment, des prix de vente qu'ils anticipent. De ce point de

vue, le marché « hybride » rassemble au marché à production « anticipée » classique. La différence entre les deux contextes provient du fait que, avant que les prix effectifs de vente soit affichés, soit les offreurs sont informés de la quantité totale produite sur le marché (ce qui va influencer les prix qu'ils afficheront), soit ils savent, dès la première étape, que s'opérera dans un second temps une harmonisation de leurs politiques de prix conduisant à l'affichage d'un prix unique sur le marché. L'introduction de cette étape supplémentaire peut modifier l'issue finale observée sur ces marchés.

Ce chapitre montre que, dans la plupart des cas, quel que soit le contexte de marché à production « anticipée » (section 1) ou à production « sur commande » (section 2), **il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures**. En revanche, pour certains contextes de marché un équilibre de Nash peut exister qui peut parfois coïncider avec le prix de l'issue dite de concurrence.

1. Le marché à prix affichés et à production « anticipée »

Cette section présente l'analyse d'un marché décentralisé sur lequel la production a lieu avant l'affichage des prix (les unités produites et non vendues sont considérées comme perdues). Deux cas de figure sont analysés : le cas d'un marché sur lequel entre le moment de la production et le moment de l'affichage des prix les offreurs ne reçoivent aucune information supplémentaire et le cas d'un marché sur lequel entre ces deux moments les offreurs sont informés soit de la quantité totale produite, soit des prix que les autres offreurs ont l'intention d'afficher. Le premier marché est un marché à production anticipée « classique » tandis que le deuxième marché est un marché « hybride ».

Cette section est composée de deux parties. La première partie présente les éléments et les concepts nécessaires pour comprendre le fonctionnement de ce marché ainsi qu'une analyse des conditions nécessaires pour qu'une issue soit un équilibre sur le marché. Cette analyse mènera à la conclusion que la seule issue candidate à l'équilibre est l'issue de concurrence.

La deuxième partie vérifie si l'issue de concurrence est ou non un véritable équilibre lorsque les coûts marginaux sont en forme de U (premier paragraphe), constants (deuxième paragraphe) ou lorsqu'il s'agit d'un marché « hybride » (troisième paragraphe).

1.1 Quelques éléments et concepts nécessaires pour la compréhension du fonctionnement d'un marché décentralisé

Le premier paragraphe de cette sous-section présente quelques outils nécessaires pour analyser une situation d'équilibre. Ces concepts sont la demande fractionnelle et la demande contingente. La question de l'existence d'un équilibre de Nash sur ce marché est traitée en deux temps. Dans un premier temps (le deuxième paragraphe) on identifie les propriétés générales que devrait satisfaire un équilibre, s'il existait. La question de son existence est traitée dans la deuxième sous-section.

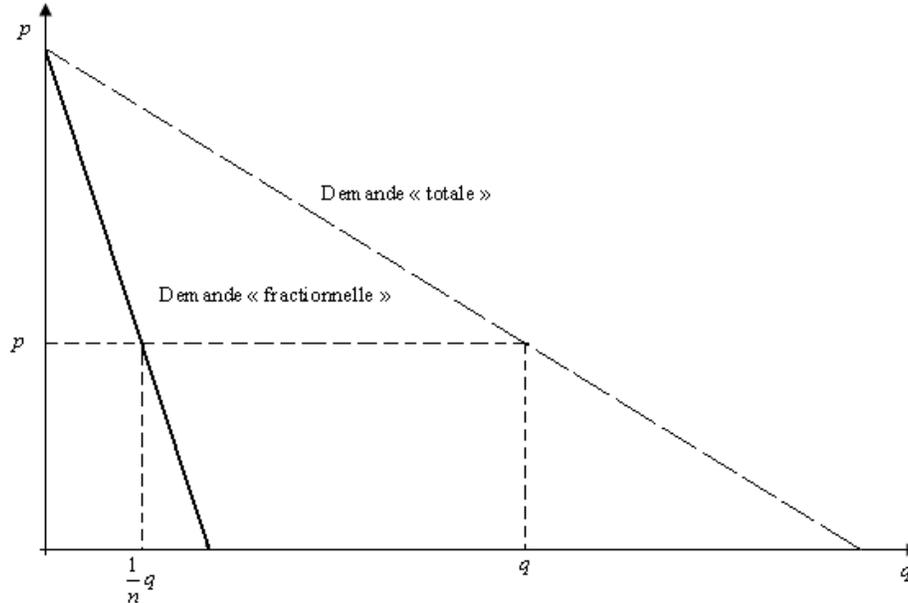
1.1.1 Quelques outils nécessaires pour analyser un marché décentralisé à prix affichés

L'analyse de l'existence d'un équilibre de Nash sur les différents contextes de marché envisagés est réalisée de manière « classique » : c'est le cas d'un offreur qui cherche la politique optimale, quand les politiques de tous les autres offreurs sont fixées. Cela veut dire que, pour chacun des offreurs sur le marché, et pour toutes les valeurs *a priori* possibles concernant les politiques des autres offreurs, on doit être capable de dire quel est le résultat qu'il pourrait obtenir en terme de profit. Deux concepts distincts apparaissent dans cette analyse : le premier est « la demande fractionnelle » et le deuxième est la demande adressée individuellement à chaque offreur dite « demande contingente »¹.

¹ Rappelons ici que nous étudions le marché d'un bien homogène, ce qui distingue notre analyse d'autres approches, développées notamment dans le cadre d'un marché pour un bien différencié. Pour les économistes ayant étudié ce type de marché (Chamberlin [1948], Robinson [1975], Sraffa [1926]), la courbe de demande individuelle est fondée sur la fidélité des acheteurs pour le bien (unique) d'une firme.

La **demande fractionnelle** représente la part qui revient à un offreur i de la demande « totale » qui s'exprimerait sur le marché si tous les offreurs avaient adopté le même prix. Cette demande prend en compte les préférences des consommateurs. Elle est représentée sur la figure ci-dessous.

Figure 1.1 Demande « totale » et demande « fractionnelle » sur un marché



La **demande contingente**, quant à elle, indique pour chaque niveau de prix proposé par un offreur particulier la quantité qu'il pourrait vendre, les politiques des autres étant fixées. C'est en tenant compte de sa propre courbe de demande contingente que l'offreur fait son calcul d'optimisation du profit.

Cette courbe de demande contingente doit être construite en fonction des caractéristiques qui définissent un marché à prix affichés et à demande parfaitement fluide. La demande totale du marché se traduit par une courbe décroissante du prix. Cette courbe exprime, comme d'habitude, les quantités qu'achèteraient l'ensemble des demandeurs s'ils trouvaient en face d'eux une offre suffisante à un prix p affiché uniformément par tous les offreurs.

Dans les manuels d'économie, la situation d'équilibre est analysée en supposant que tous les autres offreurs ont adopté le même prix. Pour des raisons qui tiennent aux démonstrations qui suivront dans la deuxième sous-section de ce chapitre, nous commençons par représenter, ici, la courbe de demande contingente quand tous les autres offreurs pratiquent le même prix p . Examinons alors la situation d'un offreur i qui se trouve sur un marché de ce type. S'il pratiquait un prix plus faible que le prix p du marché, alors il verrait la totalité de la demande globale

affluer vers lui. S'il pratiquait le même prix p que les autres offreurs, la demande totale sera partagée entre tous les offreurs. On peut imaginer que dans un premier temps les demandeurs se répartissent également entre les offreurs. Mais si la demande qui se présente chez l'un d'eux ne peut être servie, elle se reportera sur les autres et ainsi de suite. A la condition que la somme des quantités produites soit inférieure ou égale à la demande à ce prix, tous les offreurs pourront donc écouler la totalité de leurs productions¹ :

La situation qui nous intéresse le plus est celle qui se produit pour un prix p_i supérieur au prix p^2 .

Si au prix p , il reste une demande non satisfaite $\left(D(p) - \sum_{j \neq i} q_j \geq 0\right)$, demande qui se reportera sur l'offreur i si celui-ci affiche un prix plus élevé. La forme de la courbe de demande contingente pour des prix supérieurs à p dépendra de la manière dont s'effectue le report de la demande non satisfaite sur l'offreur en question.

Pour poursuivre l'analyse de la demande contingente adressée à un offreur i , il faut donc s'intéresser à la partie de la demande globale qui n'a pas été satisfaite au prix p , quand elle existe. La question est de savoir comment ce report a effectivement lieu. Si tous les acheteurs veulent se procurer le bien au prix le plus faible du marché, quels sont ceux qui ne seront pas servis à ce prix, étant ainsi obligés de s'adresser à l'offreur i ? Quel sera leur nombre, compte tenu de leurs préférences et de leur disposition à payer pour se procurer le bien ?

Pour simplifier l'exposé de ces mécanismes nous ferons l'hypothèse que les clients n'achètent de toute manière qu'une unité de bien et que la courbe de demande globale ne traduit que la diversité des valeurs de réservation des différents demandeurs. (Cette hypothèse n'est cependant pas substantielle). Sous cette hypothèse la courbe $q = D(p)$ indique à la fois le nombre de clients dont la valeur de réservation est supérieure ou égale à p et les quantités qu'ils sont prêts à acheter. De la même manière, l'écart $D(p_1) - D(p_2)$ (avec $p_1 < p_2$) est égal au nombre de consommateurs dont la valeur de réservation est comprise entre p_1 et p_2 .

¹ On peut se demander ce qui se passerait dans le cas où la production est supérieure à la demande au prix affiché mais dans l'optique de recherche de la situation d'équilibre qui est celle que nous adoptons ici, cette question n'a, comme on le verra, aucune importance.

² La seule préoccupation des demandeurs est de se procurer ce bien au prix le plus faible possible, sans chercher à punir un offreur sous le prétexte qu'il affiche un prix trop élevé (pas de « grève de l'achat »).

Trois mécanismes de report de la demande seront présentés ici, en précisant, à chaque fois, qui et en quel nombre, sont les acheteurs qui seront servis au prix p_i . Ces trois mécanismes, qui ont des effets différents sur la demande contingente, couvrent une gamme de situations suffisamment large pour qu'on y restreigne l'analyse.

Les deux premiers mécanismes font l'hypothèse que les consommateurs sont ordonnés en fonction de leur désir d'achat. Dans le premier, les clients qui sont prêts à payer le prix le plus bas sont servis en premier par les firmes qui pratiquent le prix p . Dans le deuxième on fait l'hypothèse contraire. Le dernier mécanisme peut être considéré comme « intermédiaire » car il ne fait aucune hypothèse sur l'ordre dans lequel les clients sont servis

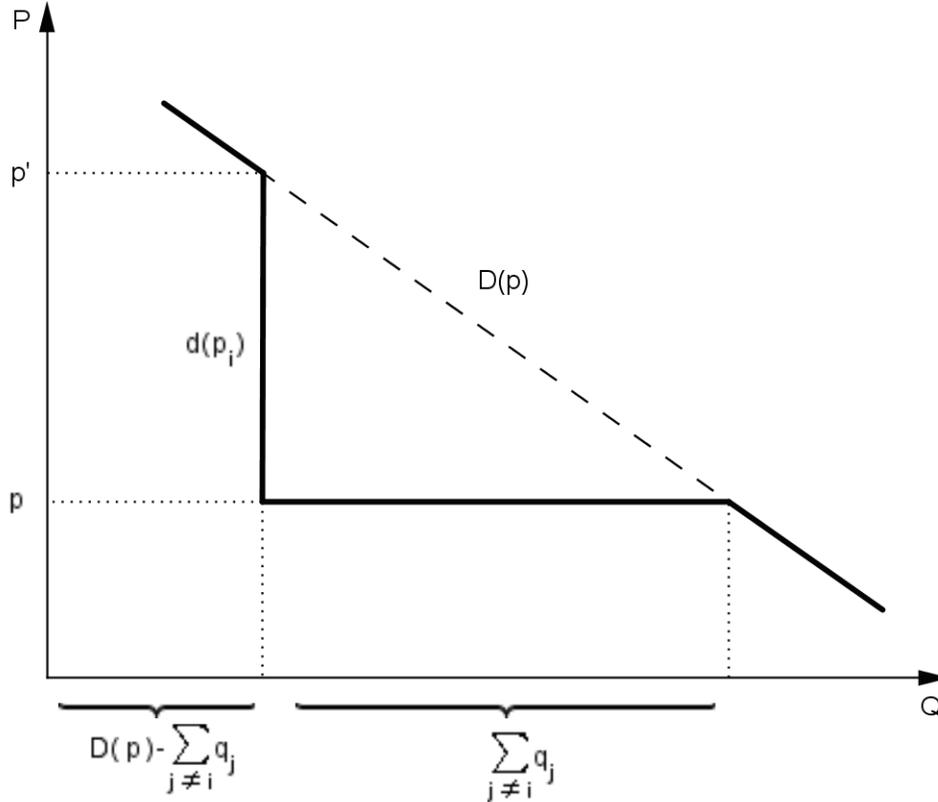
1) Mécanisme du type « les plus regardants sur les prix sont les premiers servis »

Avec le premier mécanisme de report de la demande, ce sont **les clients qui sont prêts à payer les prix le plus bas qui sont servis en premier**. Comme la propension à payer un certain prix est donnée par la valeur de réservation des acheteurs, les acheteurs les plus regardants sur les prix sont donc ceux qui ont la valeur de réservation la plus faible. Il en résulte immédiatement que le nombre des clients non servis au prix p (qui sont en nombre de $D(p) - \sum_{j \neq i} q_j$) ont un prix de réservation supérieur ou égal à p' avec p' tel que : $D(p') = D(p) - \sum_{j \neq i} q_j$. Il s'ensuit que la courbe de demande contingente de l'offreur i , $d(p_i)$ sera ainsi définie :

$$d(p_i) = \begin{cases} D(p_i), & \text{si } p_i < p \\ \frac{1}{n} D(p_i), & \text{si } p_i = p \\ D(p) - \sum_{j \neq i} q_j, & \text{si } p < p_i < p' \\ D(p_i), & \text{si } p_i > p' \end{cases} \quad (1.1)$$

avec p' le prix à partir duquel la demande contingente se confond avec la courbe de demande globale.

Figure 1.2 Le mécanisme de report de la demande où les premiers servis sont les clients les plus regardants sur les prix



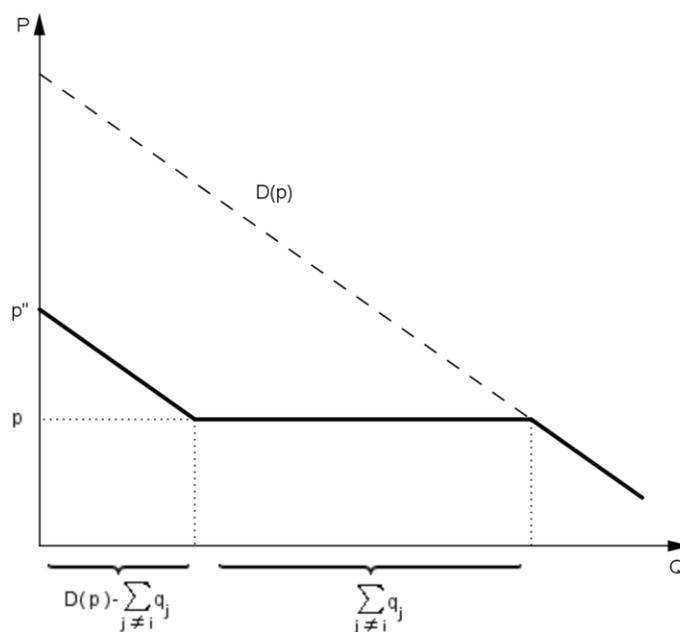
2) Mécanisme du type « les mieux disants sont les premiers servis »

Le mode de report de la demande dans lequel **les premiers servis sont les clients les moins regardants sur les prix** constitue le deuxième mécanisme envisagé. Dans ce cas, les acheteurs qui ont la valeur de réservation la plus élevée sont servis en premier, même s'ils étaient prêts à payer, *a priori*, des prix plus élevés. Comme ces clients sont en nombre de $\sum_{j \neq i} q_j$, leur valeur de réservation est supérieure ou égale à un prix p'' défini par : $D(p'') = \sum_{j \neq i} q_j$. Les clients non servis ont cette fois une valeur de réservation comprise entre p et p'' et la demande contingente à l'offreur i au dessus du prix p s'obtient par simple translation vers la gauche de la demande globale du marché. Au total, la demande contingente est ainsi définie :

$$d(p_i) = \begin{cases} D(p_i), & \text{si } p_i < p \\ \frac{1}{D(p)} D(p), & \text{si } p_i = p \\ D(p) - \sum_{j \neq i}^n q_j, & \text{si } p < p_i < p'' \\ 0 & \text{si } p_i > p'' \end{cases} \quad (1.2).$$

Cette courbe se traduit graphiquement comme suit :

Figure 1.3 Le mécanisme de report où les premiers servis sont les clients les moins regardants sur les prix



3) Mécanisme du type « aléatoire »

Le troisième mécanisme possible de report **ne fait pas intervenir le degré du désir d'achat des clients (mesuré par leur valeur de réservation) dans l'ordre dans lequel ils sont servis**. Leur choix se fait sur la base d'un tirage aléatoire donnant à chacun, quelle que soit sa valeur de réservation, la même probabilité d'être servi. La probabilité d'être servi au prix p est alors égale à

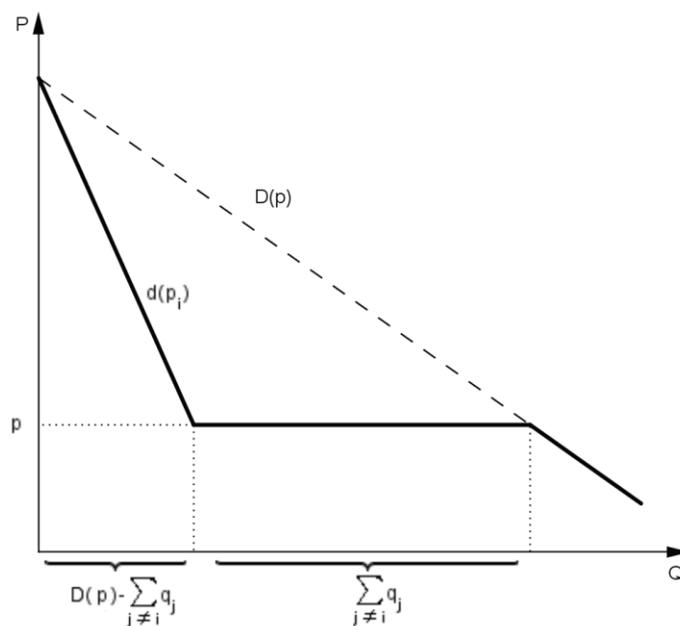
$$\frac{\sum_{j \neq i} q_j}{D(p)} \text{ et celle de n'être pas servi à son complément } \left(1 - \frac{\sum_{j \neq i} q_j}{D(p)} \right).$$

Il en résulte également que la distribution des valeurs de réservation dans la population des clients non servis est la même que celle qui existe dans la population globale et la demande qui s'adresse à l'offreur pour tout prix p_i supérieur à p est égale à une fraction constante de la demande globale. Dans ce cas, la demande contingente à l'entreprise peut être ainsi définie :

$$d(p_i) = \begin{cases} D(p_i), & \text{si } p_i < p \\ \frac{1}{n} D(p_i), & \text{si } p_i = p \\ D(p_i) \left(1 - \frac{\sum_{j \neq i} q_j}{D(p)} \right), & \text{si } p < p_i \end{cases} \quad (1.3).$$

Par conséquent, le mode de report « intermédiaire » peut être représenté comme sur la figure 1.4 :

Figure 1.4 Solution intermédiaire dans laquelle les clients sont servis aléatoirement et indépendamment de leur valeur de réservation



Les deux derniers mécanismes qui précèdent sont des mécanismes basiques, classiquement retenus dans la littérature. Le mécanisme intermédiaire a été introduit par Shubik [1964] et a été développé par Beckmann [1965]. Le deuxième mécanisme a été utilisé pour la première fois par Levitan et Shubik [1972]. Tirole [1995] et Vives [1999] consacrent aussi une analyse détaillée à ces deux mécanismes. Ces mécanismes sont en général présentés comme des règles de rationnement lorsque pour une raison ou une autre une certaine quantité de bien est mise sur le marché à un prix qui ne permet pas de servir l'intégralité de la demande de marché. Le deuxième mécanisme est qualifié d'« efficace » en ce qu'il maximise le surplus du consommateur dans l'affectation des biens et le troisième comme le plus équitable puisqu'il assure une égalité de traitement aux demandeurs (chacun d'eux a la même probabilité de voir sa demande satisfaite). Le premier mécanisme pourrait être qualifié de socialement désirable, dans une optique de redistribution, si l'on pose que la diversité des valeurs de réservation reflète seulement la hiérarchie des revenus. De ce point de vue, ce mécanisme est aussi le plus plausible. Curieusement, malgré le fait que ce mécanisme soit le plus plausible psychologiquement (car les demandeurs qui ont les revenus les plus bas seront sans doute les plus enclins à rechercher les bonnes affaires), il n'a jamais été utilisé dans les travaux précédents.

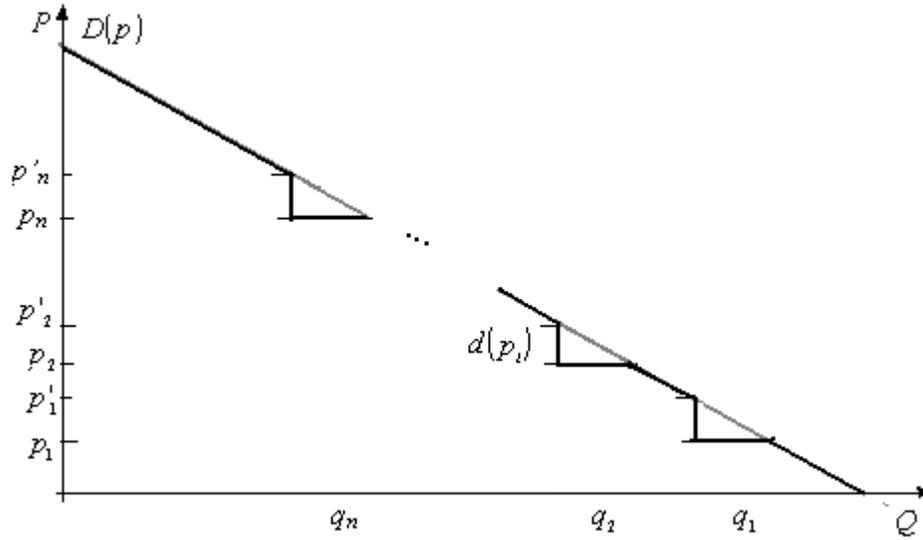
Le mécanisme qui nous semble être le plus « naturel », en ce qu'il ne fait pas intervenir une force extérieure au marché est le mécanisme « aléatoire », qui correspond à la troisième hypothèse¹. C'est le mécanisme qui dérive directement de notre définition d'une demande « parfaitement » fluide. Néanmoins, pour la généralité des résultats, les démonstrations concernant l'existence de l'équilibre sont réalisées pour les trois mécanismes présentés.

Pour finir sur cette question de la courbe de demande contingente, nous relâchons à présent l'hypothèse que tous les autres offreurs pratiquent un prix unique p . Quelle forme aura la courbe de demande contingente pour un offreur i lorsqu'il n'affiche pas le prix le plus bas du marché et lorsque ses adversaires adoptent des politiques différentes ? A cet effet on peut remarquer que tout ce que nous avons dit des propriétés de la demande contingente s'étend sans mal, comme propriété **locale** de la fonction au dessus de point p , quand p est défini non comme le prix pratiqué par tous les concurrents mais comme le prix p_i pratiqué par chacun des concurrents sur le marché.

Lorsque le mécanisme de report de la demande correspond à l'hypothèse « le moins bien disant, le premier servi » (premier mécanisme), la courbe de demande contingente d'un offreur i ($d(p_i)$) peut être représentée graphiquement comme suit :

¹ C'est d'ailleurs le mécanisme utilisé pour nos expérimentations.

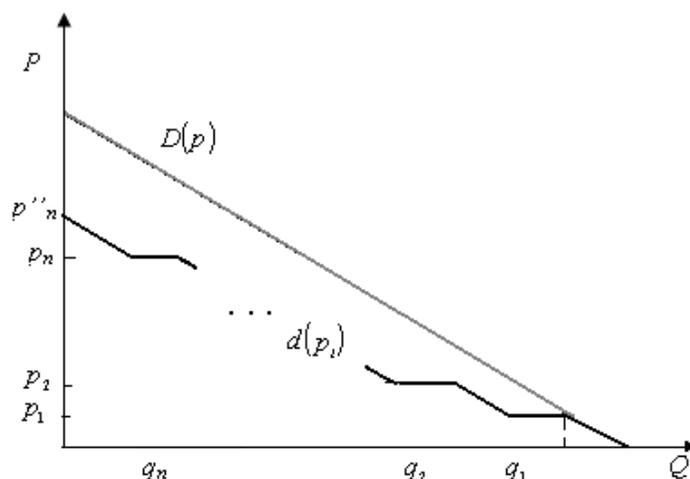
Figure 1.5 La courbe de demande contingente pour un offreur i lorsque les premiers servis sont les clients les plus regardants sur les prix



Légende : la courbe de demande contingente ($d(p_i)$) est représentée en noir tandis que la courbe de demande totale est représentée en gris ($D(p)$). $(p_1; q_1)$, $(p_2; q_2)$... $(p_n; q_n)$ sont les politiques adoptées par les autres offeurs sur le marché. p'_1, p'_2, \dots, p'_n représentent les prix à partir desquels la demande contingente se confond avec la courbe de demande globale

Lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les mieux disants sont les premiers servis » (deuxième mécanisme), la forme de la courbe de demande contingente pour le cas général se présente graphiquement comme suit :

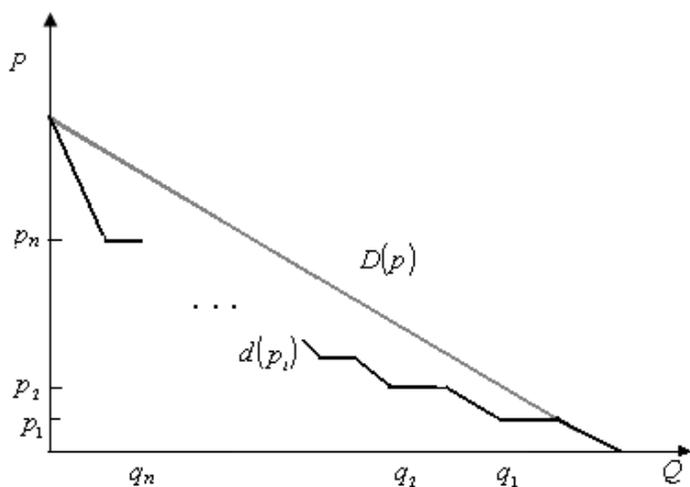
Figure 1.6 La courbe de demande contingente pour un offreur i lorsque les premiers servis sont les clients les moins regardants sur les prix



Légende : la courbe de demande contingente ($d(p_i)$) est représentée en noir tandis que la courbe de demande totale est représentée en gris ($D(p)$). $(p_1; q_1)$, $(p_2; q_2)$... $(p_n; q_n)$ sont les politiques adoptées par les autres offeurs sur le marché et p''_n représente le prix pour lequel la demande contingente s'annule.

Lorsque le mécanisme de report de la demande est de type « aléatoire », la courbe de demande contingente de l'offreur i a la forme suivante :

Figure 1.7 La courbe de demande contingente pour un offreur i lorsque les premiers servis sont les clients les moins regardants sur les prix



Légende : la courbe de demande contingente ($d(p_i)$) est représentée en noir tandis que la courbe de demande totale est représentée en gris ($D(p)$). $(p_1; q_1)$, $(p_2; q_2)$... $(p_n; q_n)$ sont les politiques adoptées par les autres offeurs sur le marché.

Le paragraphe suivant présente les conditions générales de l'existence d'un équilibre de Nash sur le marché.

1.1.2 Propriétés nécessaires de l'équilibre

La thèse classique concernant le marché à prix affichés est que, sous les conditions de la concurrence, il est équivalent à un marché centralisé. Autrement dit, on s'attend à ce que le même équilibre s'établisse, c'est à dire un prix unique égal au coût marginal et qui équilibre l'offre et la demande sur le marché. Dans ce paragraphe, nous identifierons d'abord les propriétés caractéristiques d'une situation d'équilibre... si elle existe. Ensuite, dans la sous-section suivante, nous montrerons qu'une situation qui vérifierait ces propriétés, dans le jeu de marché à prix affichés, ne serait justement pas un équilibre. Ce qui suffit à écarter la possibilité de l'existence d'un équilibre dans ce jeu. Comme on le verra, la loi du prix unique s'en trouve, du même coup, réfutée au passage.

Le point de départ de cette analyse est la définition de l'équilibre de Nash. A l'issue de cette analyse nous verrons que quatre propriétés s'imposent : si un équilibre existe,

- (i) il est nécessairement de prix unique,
- (ii) toutes les quantités offertes sont effectivement écoulées,
- (iii) toute la demande est effectivement satisfaite,
- (iv) cet équilibre est tel que coût marginal est égal au prix.

Propriété 1. *Si un équilibre existe, il est de prix unique.*

Supposons que les prix affichés ne sont pas les mêmes. Considérons donc le cas de l'offreur qui affiche le prix p_1 , le prix le plus bas du marché. S'il y a des quantités qui sont vendues à un prix supérieur à p_1 , cela signifie que toutes les quantités mises en vente au prix p_1 ont été écoulées. Si ce vendeur augmente légèrement son prix (tout en restant en dessous du prix suivant sur le marché), quel que soit le mécanisme de report de la demande, il pourrait toujours vendre l'intégralité de ses quantités, mais à un prix un tout petit peu plus élevé. Cela lui permettrait donc

d'augmenter ses profits et la situation envisagée au départ ne serait pas un équilibre. Il s'ensuit que, pour que le marché soit à l'équilibre, tous les offreurs doivent proposer le même prix.

Propriété 2. *Si l'équilibre du marché est de prix unique, il n'y a pas de rationnement de l'offre.*

Supposons une situation où un offreur n'écoule pas la totalité de la quantité qu'il produit. Cet offreur pourrait, sans changer son prix, réduire la quantité totale produite au niveau de la quantité vendue : il diminuera ses coûts. La situation examinée n'est donc pas un équilibre. Il s'ensuit que, à l'équilibre, s'il existe, toutes les quantités produites doivent être écoulées.

Propriété 3. *Si l'équilibre du marché est de prix unique, il n'y a pas de rationnement de la demande.*

Supposons que, sur un marché, la demande au prix p est supérieure aux quantités offertes à ce prix. Dans ce cas, un offreur i quelconque peut augmenter son prix d'un tout petit peu sans perdre la possibilité d'écouler sa production¹. Par conséquent, le vendeur i pourrait augmenter son profit en haussant son prix. Cette situation ne serait donc pas une situation d'équilibre.

Propriété 4. *Si l'équilibre du marché est de prix unique, ce prix est tel qu'il égalise le coût marginal de la quantité produite*

Supposons qu'un offreur vende, au prix affiché unique, toute la quantité produite et que le coût marginal de cette quantité soit inférieur au prix². L'offreur peut alors faire juste un petit rabais sur le prix (sans impact notable sur la recette unitaire) et augmenter sa quantité au niveau de la quantité dont le coût marginal égalise le prix. Il augmentera alors son profit. La situation examinée n'est donc pas un équilibre. A l'équilibre, il ne devrait donc plus rester des offreurs avec un coût marginal différent du prix unique.

¹ En augmentant un tout petit peu son prix de vente, la demande contingente qui lui serait adressée sera toujours supérieure ou égale (en fonction du mécanisme de report de la demande) à la quantité qu'il avait mise en vente au prix initial

² La situation opposée (coût marginal supérieur au prix) est exclue pour des raisons évidentes de rationalité minimale.

Ainsi, s'il devait exister un équilibre de Nash sur ce marché, il aurait les mêmes caractéristiques que l'équilibre « concurrentiel » sur un marché centralisé : **la situation dans laquelle tous les offreurs pratiquent le même prix et mettent en vente des quantités pour lesquelles les coûts marginaux respectifs sont égaux au prix et où la demande et l'offre sont intégralement satisfaites**. Autrement dit, une issue, pour être un équilibre doit vérifier ces propriétés et ceci quel que soit le nombre d'offreurs sur ce marché.

Les propriétés nécessaires d'une situation d'équilibre sont générales. Elles doivent être vérifiées, quelle que soit le type de production (« anticipée » ou « sur commande ») et quelle que soit la forme de la courbe de coût marginal (convexe ou constante). Mais cette issue est-elle un équilibre sur un marché à prix affichés ?

1.2 Existence ou inexistence de l'équilibre de Nash sur les contextes de marché à production anticipée

Dans cette sous-section nous vérifions si l'issue concurrentielle est un équilibre de Nash sur les marchés à prix affichés. Le premier paragraphe montre que lorsque le coût marginal des offreurs est une fonction en forme de U, il n'existe pas d'équilibre de Nash sur le marché. Le deuxième paragraphe analyse le cas d'un marché sur lequel la fonction de coût marginal est une fonction constante. Dans ce cas, il peut exister des situations pour lesquelles l'équilibre de Nash existe et coïncide avec l'issue de concurrence. Enfin, le troisième paragraphe présente les deux modèles les plus répandus de marchés « hybrides ». Sur les marchés sur lesquels les offreurs sont informés de la quantité totale produite, l'existence d'un équilibre de Nash dépend du mécanisme de report de la demande utilisé. Sur les marchés sur lesquels on autorise les « schémas de prix » (permettant une coordination des prix qui aboutit à l'affichage d'un prix unique) il existe une multitude d'équilibres de Nash, tous dominés par la solution qui correspond à l'issue de Cournot.

1.2.1 Inexistence d'un équilibre de Nash lorsque le coût marginal est en forme de U

Cette démarche s'inspire de Alger [1979], Vaneecloo [1983], Maskin [1986] et Friedman [1988] qui ont montré l'inexistence d'un équilibre de Nash dans le cadre des mécanismes de report où les clients sont servis soit sur une base aléatoire, soit par ordre décroissant de leur valeurs de réserve. Notre apport consiste ici à faire cette démonstration dans le cadre général, en considérant tous les cas de figure *a priori* possibles pour la forme de la demande contingente.

Plaçons nous donc dans cette situation correspondant à l'issue dont nous avons démontré qu'elle satisfaisait les conditions nécessaires d'un équilibre de marché à prix affichés et à demande fluide. Cette situation est caractérisée, pour chaque offreuse, par les conditions suivantes :

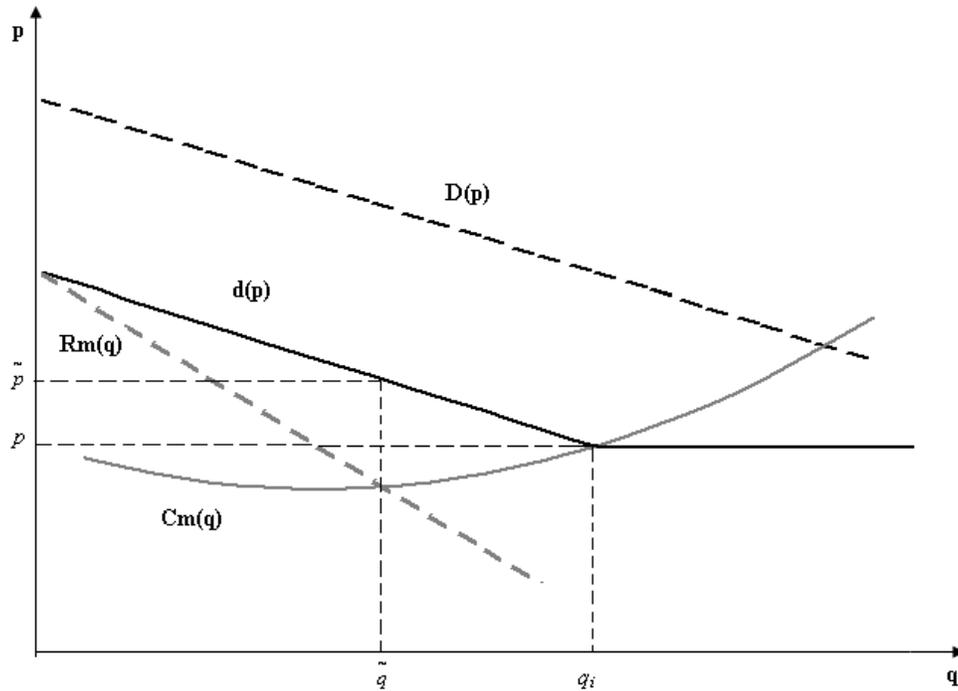
$$\begin{aligned} \forall i, Cm(q_i) = p_i \quad \text{et} \\ \forall i, p_i = p \quad \text{tel que} \quad D(p) = \sum_{j \neq i} q_j + q_i \end{aligned} \tag{1.4}$$

où $Cm(q_i)$ est le coût marginal pour produire une quantité q_i et où $D(p)$ est une fonction continue et décroissante¹.

Considérons à présent la situation d'une offreuse i , les politiques des autres concurrents étant fixées. Lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les mieux disants sont les premiers servis » la situation de l'offreuse i peut être représentée de la manière suivante :

¹ Le cas d'une fonction de demande parfaitement horizontale au niveau du prix de l'issue concurrentielle est évident : si un offreuse i voulait proposer un prix plus élevé, il n'aura pas de demande. Il s'ensuit que dans cette situation l'issue concurrentielle est effectivement un équilibre.

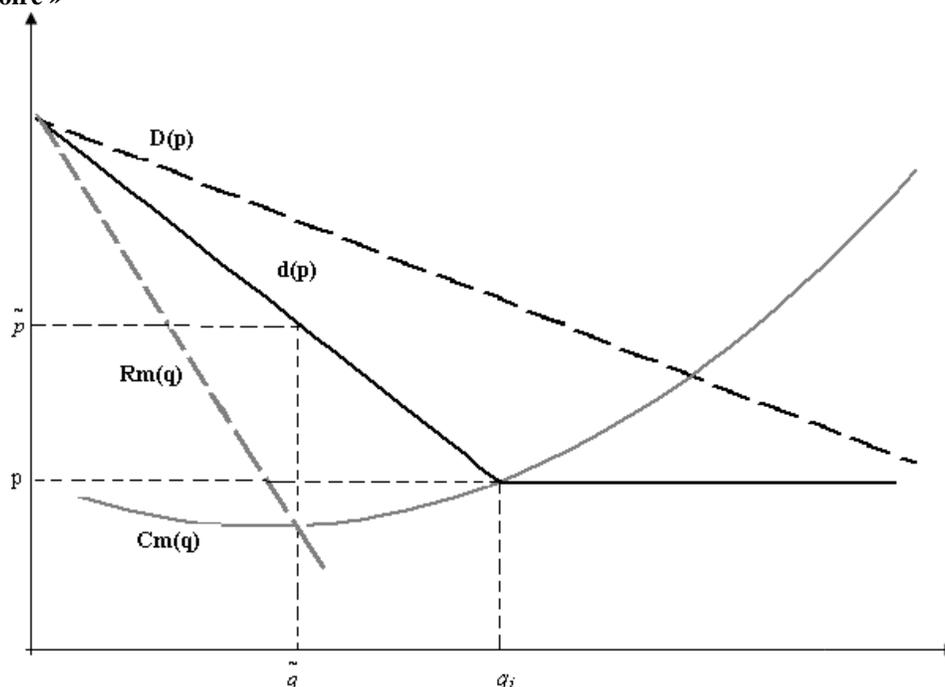
Figure 1.8 Inexistence d'un équilibre de Nash en stratégies pures sur le marché à production « anticipée » et fonction de coût marginal en forme de U lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les mieux disants sont les premiers servis »



Dans cette situation, la politique (p, q_i) est dominé par la politique (\tilde{p}, \tilde{q}) que l'on obtient en égalisant la recette marginale de l'offreur déduite de la courbe de demande contingente à gauche de q_i , au coût marginal.

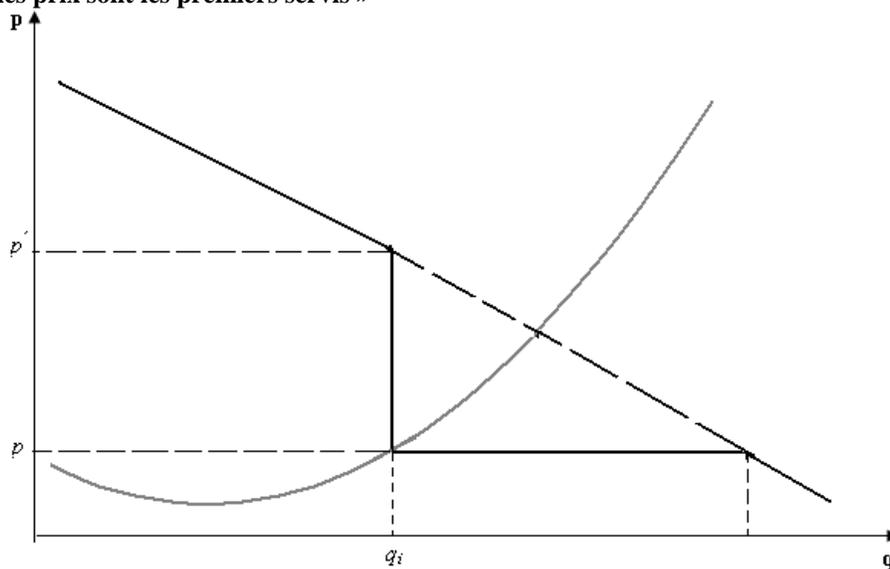
Le même raisonnement peut être fait dans le cas où le mécanisme de report de la demande correspond à l'hypothèse n°3 : les demandeurs sont servis dans l'ordre aléatoire de leur arrivée. Dans cette situation aussi, la politique de l'issue de concurrence n'est pas un équilibre de Nash.

Figure 1.9 Inexistence d'un équilibre de Nash en stratégies pures sur le marché à production « anticipée » et fonction de coût marginal en forme de U lorsque le mécanisme de report de la demande est réalisé sur une base « aléatoire »



Enfin, lorsque le mécanisme de report de la demande correspond à l'hypothèse n°1, il est bien plus qu'évident que la politique de l'issue de concurrence est dominée par la politique (p', q_i) , puisque dans ce cas la firme vend plus cher la même quantité.

Figure 1.10 Inexistence d'un équilibre de Nash en stratégies pures sur le marché à production « anticipée » et fonction de coût marginal en forme de U lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les plus regardants sur les prix sont les premiers servis »



Etant donné que la politique de l'issue de concurrence était la seule à satisfaire les conditions nécessaires pour être un équilibre, on en déduit, et ceci quels que soient le nombre d'offreurs sur le marché et le mécanisme de report de la demande utilisé qu'**il n'existe pas d'équilibre de Nash en stratégies pures pour un marché à prix affiché et à demande fluide**. Reste évidemment la possibilité d'un équilibre en stratégies mixtes¹.

Mais l'hypothèse que les offreurs sur ce marché pourraient adopter des stratégies mixtes nous paraît peu acceptable. Elle ne peut être défendue de plusieurs points de vue. La première raison est d'ordre pratique : on est presque toujours incapable de calculer cette stratégie mixte d'équilibre si elle existe !

Il est possible que, pour des contextes de marché spécifiques et simplifiés² l'on soit capable de proposer une stratégie d'équilibre. La méthode de calcul n'est, toutefois, pas généralisable. Même lorsqu'il est possible de calculer une stratégie mixte d'équilibre, l'on n'est toujours pas capable de se représenter le marché à l'état d'équilibre car, dans l'intervalle des prix qui constituent le support de cette stratégie l'on retrouve tous les prix, allant du prix de l'issue de concurrence, à l'issue de cartel (Allen, Hellwig [1986.b]).

La deuxième raison est d'ordre psychologique. Comme le remarque parfaitement Harsanyi [1973], l'idée du tirage au sort dans un ensemble de stratégies (qui est aussi une caractéristique d'une stratégie mixte) est psychologiquement défendable pour décrire le comportement d'agents qui font face à un contexte parfaitement opaque. Par contre, dès lors que le niveau d'information de l'agent augmente, il cherchera à sélectionner une stratégie et tentera à abandonner la pratique du tirage au sort.

Dans les contextes que nous examinons, qui sont des contextes à information complète, l'hypothèse de stratégie mixte est donc controversable.

Il nous paraît significatif de relever que cette hypothèse sur le comportement des offreurs a été rejetée dans toutes les expérimentations réalisées sur les contextes de marché sur lesquels le seul

¹ A la suite des travaux de Nash [1950], Glicksberg [1952] montre que tout jeu non coopératif avec des fonctions d'utilité continues possède un équilibre de Nash en stratégies mixtes. Maskin [1986] prolonge ces résultats aux jeux de marchés qui nous intéressent ici dans lesquels les fonctions de profit sont discontinues et non quasi-concaves. Cette généralisation est possible à condition que la fonction de demande coupe l'axe vertical.

² Holt et Solis-Soberon [1992] proposent une méthode de calcul des stratégies mixtes d'équilibre pour les marchés à production « sur commande » et sur lesquels la fonction de coût marginal est constante et discrète et la fonction de demande est également discrète.

équilibre de Nash est en stratégies mixtes¹. On aura l'occasion de revenir sur ce sujet dans le chapitre suivant : du point de vue des participants aux expérimentations, le marché est, *de facto*, sans équilibre.

On a souvent dit que le concept de l'équilibre de Nash était critiquable du point de vue opérationnel car rien ne précisait le processus par lequel on l'atteignait². La situation à laquelle on est confronté ici est plus inédite encore car, **quelle que** soit la situation initiale (les politiques adoptées), les échanges ne peuvent se stabiliser à aucune issue. Une autre manière d'envisager cette situation est de dire que toute issue sur le marché pourrait jouer le rôle d'un état d'équilibre (Cordonnier, [1997]).

Cette situation entraîne un rejet immédiat de l'hypothèse de rationalité standard, consistant en la capacité de calculer la stratégie qui mène à la réalisation de l'issue d'équilibre.

« L'équilibre de Nash représente l'incarnation de l'idée que les agents économiques sont rationnels, de l'idée que ceux-ci agissent simultanément pour maximiser leurs utilités. S'il existe une seule idée qui pourrait être considérée comme la force motrice de toute la théorie économique, alors cette idée est celle-ci. Alors, dans ce sens, l'équilibre de Nash incarne l'idée la plus importante et la plus fondamentale de l'économie, qui est celle que les gens agissent en accord avec leurs intérêts. »

Aumann [1985] (notre traduction)

Qu'est-ce qu'un comportement rationnel sur un marché sur lequel l'équilibre n'existe pas ? Sur quelles bases, les offreurs sur ce marché adoptent-ils leurs politiques ? Nous laissons en suspens pour l'instant ces questions (nous y reviendrons dans la deuxième partie de la thèse) et nous continuons, dans le paragraphe suivant, l'analyse des situations d'existence d'un équilibre de Nash sur un marché sur lequel les coûts marginaux des offreurs sont constants.

¹ Voir le Chapitre 2 pour une analyse des expérimentations dans lesquelles le seul équilibre qui existe est en stratégies mixtes.

² On reproche à l'équilibre de Nash de n'être qu'un attracteur local : lorsque les joueurs y sont près ils peuvent le trouver. Cependant, lorsque la situation initiale est très éloignée de la situation d'équilibre, cet équilibre ne peut pas guider les joueurs vers sa découverte (voir Waliser [2002]).

1.2.2 La possibilité de l'existence d'un équilibre de Nash lorsque le coût marginal est constant

Supposons que les offreurs réalisent leur production avec des rendements d'échelle constants. Le coût marginal d'un offreur i est dans ce cas égal à c_i et ses capacités de production sont limitées à k_i ¹. Comme le paragraphe 1.1.2 l'a montré, la seule issue candidate à l'équilibre est l'issue de concurrence. Pour un offreur i , cette issue est obtenue à l'intersection entre la courbe d'offre individuelle et la courbe de demande fractionnelle².

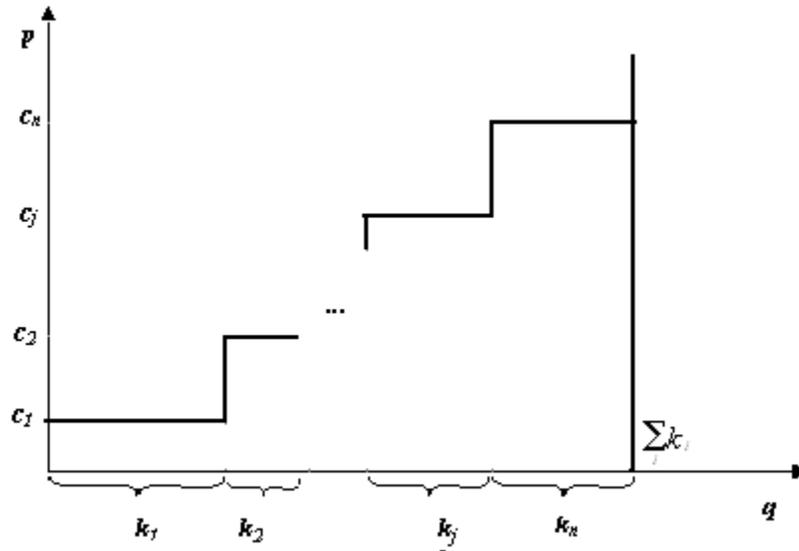
Pour réaliser l'analyse d'une situation d'équilibre, on peut s'y prendre de deux manières différentes qui aboutissent, bien évidemment, aux mêmes résultats. Une première manière, très simple, est de supposer que la capacité de production est fixée et que c'est la position de la droite de coût marginal qui est variable. Selon la deuxième manière, on fixe la courbe de demande totale et la droite de coût marginal et on laisse variables les capacités maximales de production. Cette deuxième méthode de procéder est assez classique (voir Levitan et Shubik [1978], Broyer et Moreaux [1987], Tasnadi [2004] et Chowdhury [2005]). Néanmoins, comme nous le verrons, la première est beaucoup plus commode et, comme elle est équivalente à la précédente, c'est celle que nous emprunterons.

Commençons par une caractérisation de l'issue « concurrentielle » dans ce contexte de marché. Pour cela, il faut d'abord préciser la forme de la courbe d'offre totale. Lorsque les coûts marginaux des offreurs sur le marché sont différents entre eux, la courbe d'offre individuelle aura la forme suivante :

¹ Tous les offreurs sont à la même enseigne. L'hypothèse que les capacités de production sont illimitées peut être traité comme un cas particulier de l'hypothèse que les capacités de production sont limitées mais « très importantes ».

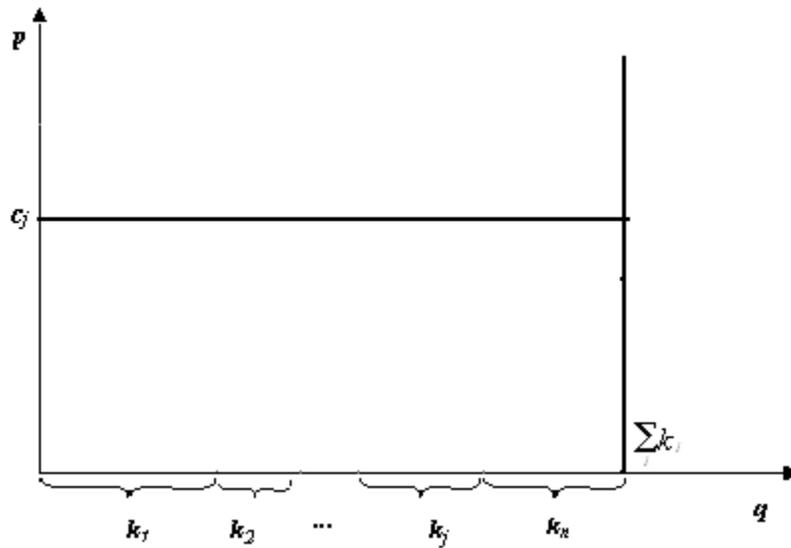
² La courbe de demande fractionnelle d'un offreur au prix p est égale à $\frac{1}{n}$ de la demande totale qui s'adresserait sur le marché si tous les n offreurs affichaient le prix p (cf. paragraphe 1.1.1).

Figure 1.11 Courbe d'offre totale lorsque les offreurs ont des coûts marginaux différents



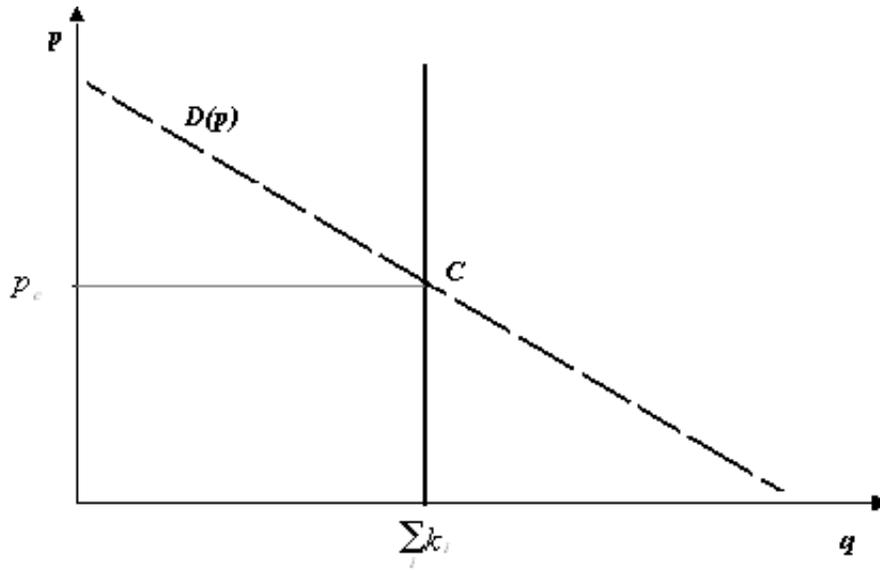
Dans le cas où tous les opérateurs ont le même coût marginal la fonction d'offre totale a la forme suivante :

Figure 1.12 Courbe d'offre totale lorsque les offreurs ont des coûts marginaux identiques



Nous pouvons maintenant spécifier la position de l'issue de concurrence, en fonction du fait qu'elle se trouve sur la portion verticale (figure 1.13) ou horizontale de la courbe d'offre totale.

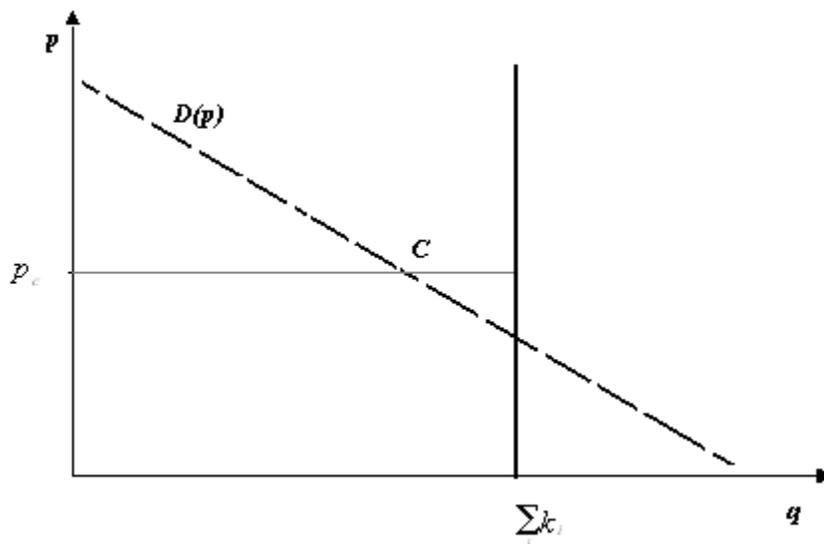
Figure 1.13 Cas 1 : l'issue de concurrence se trouve sur la portion verticale de la courbe d'offre totale



Quelle que soit la position effective de la droite de coût marginal, la politique qui correspond à l'issue de concurrence est unique (le point C) et consiste à afficher le prix p_c et à mettre en vente la quantité maximale (k_i).

$$(p_c; q_c): p_c = \frac{1}{n} D^{-1}\left(\sum_i k_i\right) \text{ et } q_c = k_i \quad (1.5).$$

Figure 1.14 Cas 2 : L'issue de concurrence se trouve sur la portion horizontale de la courbe d'offre totale



Ce cas de figure correspond à une situation où l'issue concurrentielle est « mal » caractérisée car on ne sait pas comment se répartit la demande entre les offreurs (à moins qu'il n'y ait qu'un seul offreur ou quelques offreurs dont le coût marginal est égal ou proche de l'issue concurrentielle et dans ce cas il est logique de penser que tous les autres fonctionnent à pleine capacité, lui ou eux étant les seuls à avoir un niveau de production inférieur à la capacité). La littérature suppose souvent que la demande se répartit également entre les différents offreurs, ce qui est une manière assez « artificielle » de fixer la solution (sauf peut être dans le cas des jeux parfaitement symétriques où elle peut être considérée comme assez logique). Toutefois, comme nous le verrons, pour analyser la situation d'équilibre dans ce cas de figure, nous n'aurons pas besoin de faire cette hypothèse.

Chacun de ces deux cas de figures est traité dans ce qui suit.

Cas n° 1 : la politique de l'issue de concurrence se trouve sur la portion verticale de la fonction d'offre totale

Dans ce cas de figure (graphique 1.13 ci-dessus) au prix p_c la demande servie par l'offreur i (la demande contingente) est égale à :

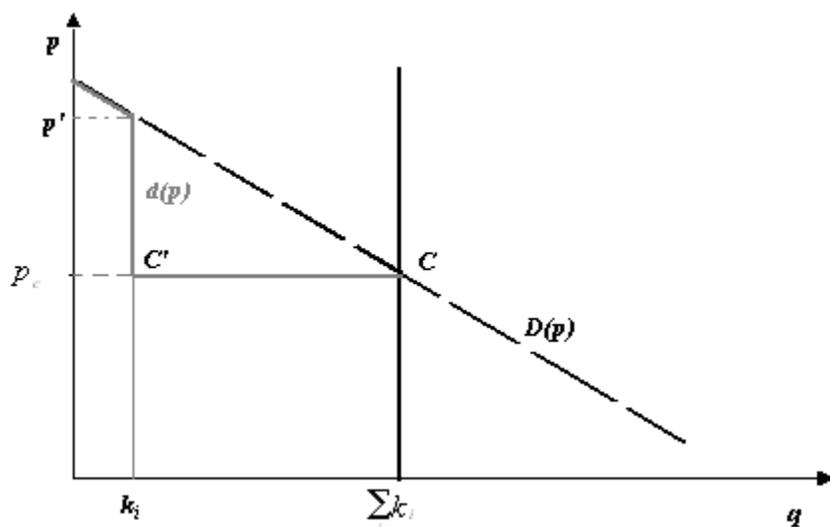
$$d(p_c) = D(p_c) - \sum_{j \neq i} k_j = k_i \quad (1.6).$$

Pour que cette situation soit un équilibre de Nash il faut qu'aucun opérateur n'ait intérêt à « exploiter » la demande contingente au dessus du prix p_c . Cela dépendra :

- a) du mécanisme de report de la demande
- b) de la position du coût marginal par rapport au prix p_c .

Lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les plus regardants sur les prix sont les premiers servis », la situation d'un offreur i se représente de la manière suivante :

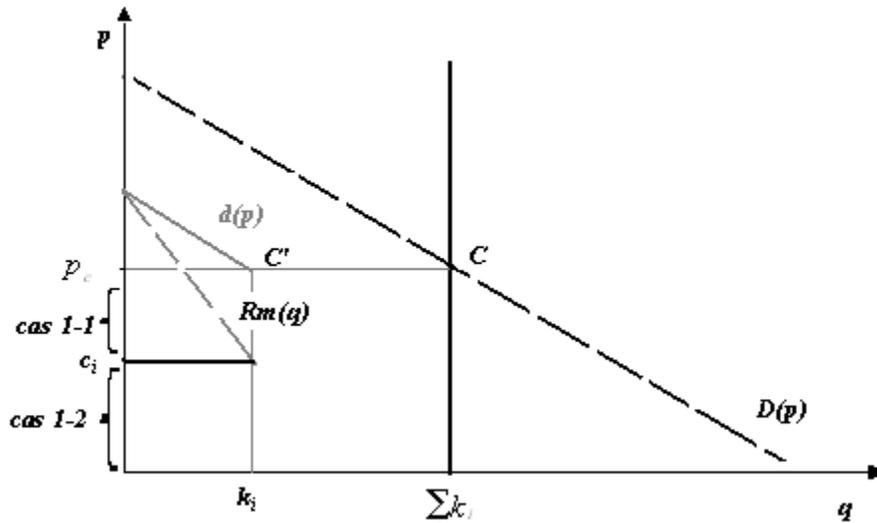
Figure 1.15 Inexistence d'un équilibre lorsque l'issue de concurrence se trouve sur la portion verticale de la courbe d'offre totale et lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les plus regardants sur les prix sont les premiers servis »



Dans cette situation, il est évident que l'offreur i préfère la politique (p', k_i) à la politique (p_c, k_i) . L'issue « concurrentielle » n'est donc pas un équilibre lorsque les consommateurs sont servis par ordre croissant de leur valeur de réserve.

Lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les mieux disants sont les premiers servis » ou du type « aléatoire » on trace la courbe de recette marginale $Rm(q)$. On note C' le point qui résulte de l'intersection entre la droite de la recette marginale et la droite de la capacité maximale de l'offreur i (la droite qui passe par k_i). Deux autres cas de figures peuvent apparaître : la courbe de coût marginal se trouve en dessous du point C' (cas n° 1-1) et la courbe de coût marginal est au dessous de ce point (cas n° 1-2). La figure ci dessous présente ces deux cas de figure pour le mécanisme du type « les mieux disants sont les premiers servis ». Il est évident que les mêmes cas apparaîtront avec un mécanisme de type « aléatoire » (parce que la forme de la courbe de demande contingente est, pour ces deux mécanismes de report de la demande, similaire).

Figure 1.16 Importance de la position du coût marginal lorsque le mécanisme de report de la demande et du type « les mieux disants sont les premiers servis »

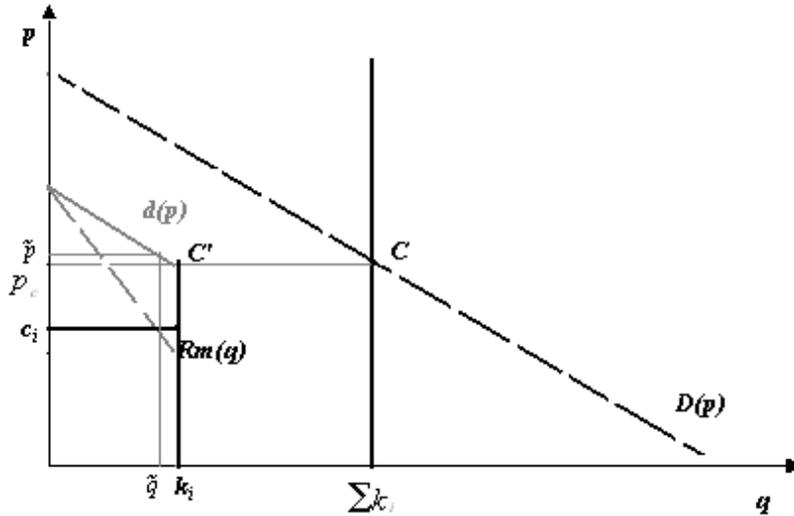


Que se passe-t-il dans chacun de ces deux cas ?

Cas n° 1-1 : le coût marginal de l'offreur i est proche du prix de l'issue de concurrence

Dans ce cas de figure, l'on montre facilement que l'issue de concurrence n'est pas un équilibre de Nash car l'offreur i peut réaliser une exploitation monopolistique de sa demande contingente. La figure 1.17 présente la situation sur un marché sur lequel le mécanisme de report de la demande est du type « les mieux disants sont les premiers servis ».

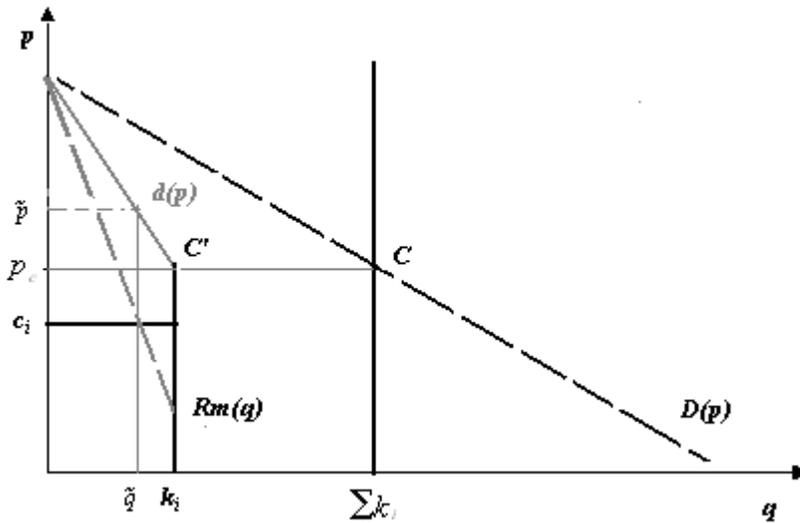
Figure 1.17 Inexistence de l'équilibre de Nash lorsque l'issue de concurrence se trouve sur la portion verticale de la courbe d'offre totale et de coût marginal se coupent (mécanisme de report de la demande est du type « les mieux disants sont les premiers servis »).



Si tous les offreurs sur le marché adoptent la politique de l'issue de concurrence (p_c, k_i) , l'offreur i peut maximiser son profit en adoptant la politique $(\tilde{p}; \tilde{q})$. La politique de l'issue de concurrence n'est pas un équilibre sur ce marché.

La figure 1.18 présente la situation sur un marché lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « aléatoire ».

Figure 1.18 Inexistence de l'équilibre de Nash l'issue de concurrence se trouve sur la portion verticale de la courbe d'offre totale et lorsque les courbes de recette marginale et de coût marginal se coupent (mécanisme de report de la demande « aléatoire »)



Sur ce marché la politique de l'issue de concurrence n'est pas un équilibre de Nash car, si tous les offreurs sur le marché adoptent cette politique, l'offreur i peut réaliser une « exploitation monopolistique » de sa demande contingente en pratiquant la politique $(\tilde{p}; \tilde{q})$.

Lorsque le coût marginal est très proche du prix de l'issue de concurrence, il n'y a pas d'équilibre sur un marché à production « anticipée » et rendements d'échelle constants. Que se passe-t-il sur ce marché lorsque le coût marginal de l'offreur i est beaucoup plus faible que le prix de l'issue de concurrence ?

Cas n° 1-2 : le coût marginal de l'offreur i est très en dessous du prix de l'issue de concurrence

Dans ce cas de figure, l'offreur ne peut pas pratiquer une politique d'exploitation monopolistique de la demande contingente. Il s'ensuit que dans ce cas de figure et avec ces deux mécanismes de report de la demande, l'issue de concurrence est un équilibre de Nash. La Figure 1.19 présente cette situation sur un marché sur lequel le mécanisme de report de la demande est du type « le mieux disant, le premier servi » tandis que la Figure 1.20 présente cette situation sur un marché sur lequel le mécanisme de report de la demande est du type « aléatoire ».

Figure 1.19 Existence d'un équilibre de Nash l'issue de concurrence se trouve sur la portion verticale de la courbe d'offre totale et le coût marginal de l'offreur i est très en dessous du prix de l'issue de concurrence (mécanisme de report de la demande du type « les mieux disants sont les premiers servis »)

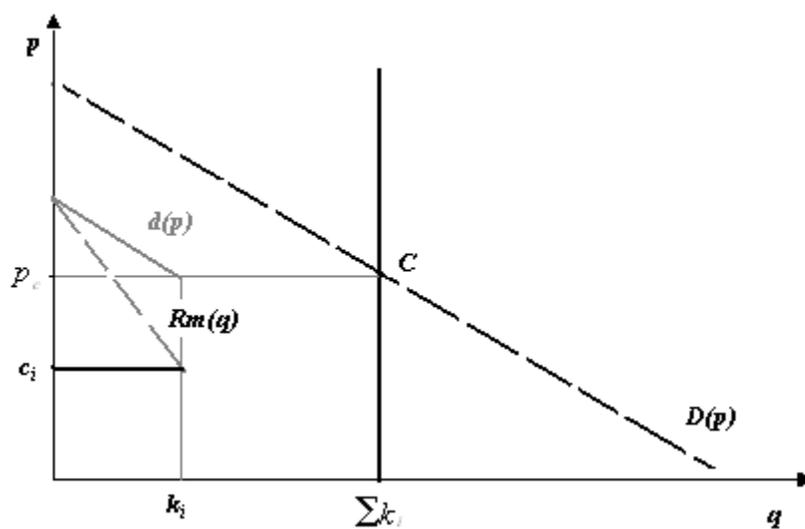
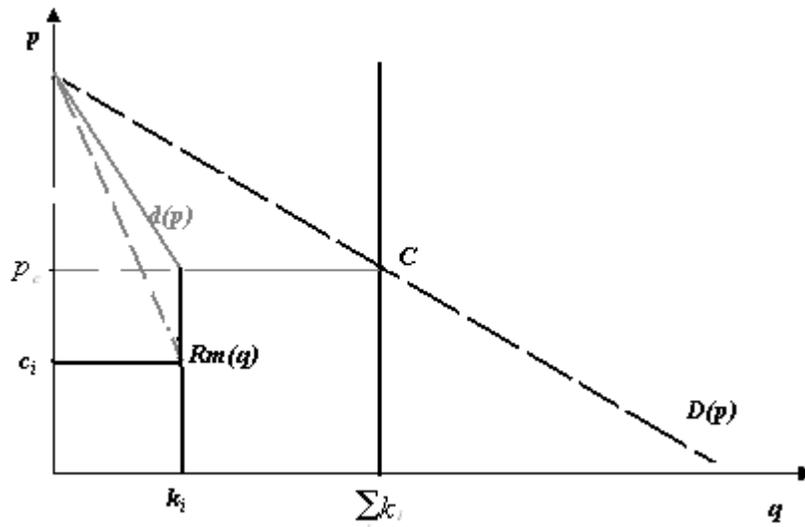
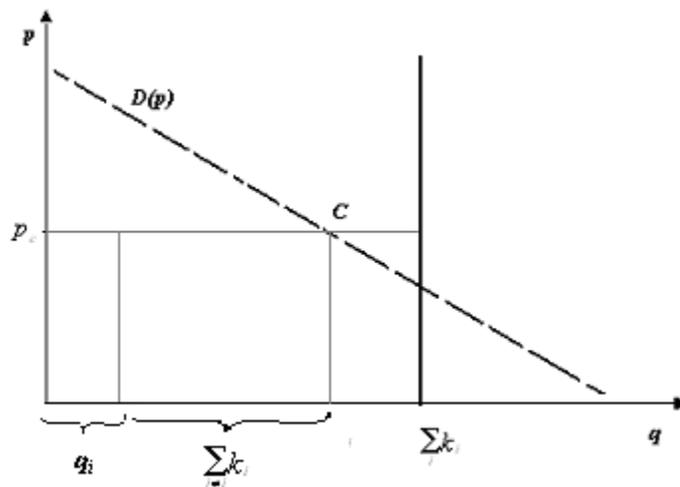


Figure 1.20 Existence d'un équilibre de Nash lorsque la droite de coût marginal est constante et lorsque les courbes de recette marginale et de coût marginal ne se coupent pas (mécanisme de report de la demande du type « aléatoire »)



Si le coût marginal de l'offreur i est très proche du prix de l'issue de concurrence, alors il est très probable que l'issue de concurrence soit un équilibre de Nash (si l'on exclut le mécanisme de report de la demande « les plus regardants sur les prix sont les premiers servis »).

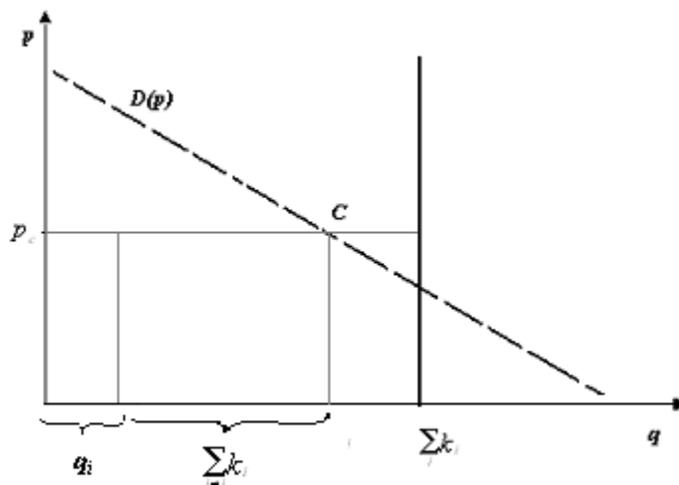
Cas n° 2 : la politique de l'issue de concurrence se trouve sur la portion horizontale de la courbe d'offre totale



Dans ce cas de figure il y a deux types d'offeurs sur le marché : ceux dont les coûts marginaux sont inférieurs au prix de l'issue de concurrence (et qui fonctionnent aux pleines capacités) et ceux dont le coût marginal est égal au prix de l'issue de concurrence. Pour simplifier l'exposé

nous allons considérer qu'il n'y qu'un seul offreur i dont le coût marginal est égal au prix p_c . La situation de cet offreur sur ce marché est représentée sur la figure ci-dessous.

Figure 1.21 La situation de l'offreur i sur un marché sur lequel l'issue de concurrence se trouve sur la portion horizontale de la courbe d'offre totale



Supposons que la quantité totale écoulee au prix de l'issue de concurrence ($D(p_c)$) soit égale aux capacités de production des j autres offreurs,

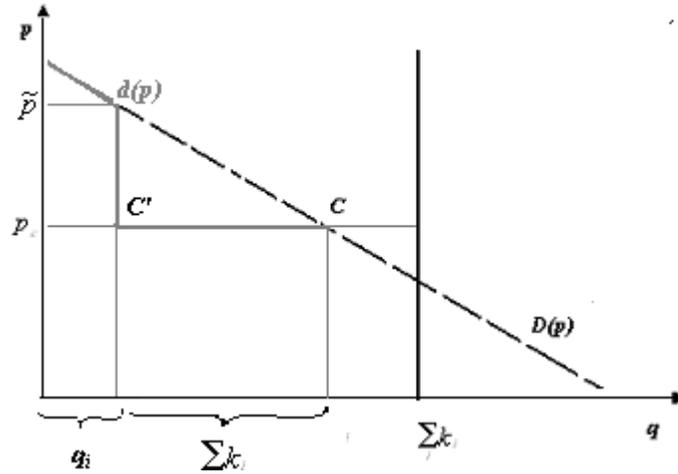
$$D(p_c) - \sum_{j \neq i} k_j \leq 0 \quad (1.7).$$

La demande contingente de l'offreur i est, dans ce cas, nulle. Il s'ensuit que cette situation ne peut pas être un équilibre de Nash sur le marché.

Nous analysons maintenant la situation dans laquelle la demande contingente au prix p_c est égale à q_i (qui peut être égale ou différente de la capacité de production de l'offreur i). On peut donc tracer la demande contingente ($d(p)$) de l'offreur i aux prix supérieurs à p_c . Est-ce que l'offreur i a intérêt de pratiquer une politique d'exploitation monopolistique de sa courbe de demande contingente ?

Lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les plus regardants sur les prix sont les premiers servis » il est évident que la politique $(p_c; q_i)$ est dominée par la politique $(\tilde{p}; q_i)$. Il n'y a pas d'équilibre de Nash sur ce marché.

Figure 1.22 Inexistence d'un équilibre de Nash pour un marché sur lequel l'issue de concurrence se trouve sur la portion horizontale de la courbe d'offre totale et lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les plus regardants sur les prix sont les premiers servis »



Avec les deux autres mécanismes de report de la demande l'exploitation monopolistique de la demande contingente est également possible car la recette marginale ($Rm(q)$) coupe toujours la droite du coût marginal c_i (qui coïncide au prix de l'issue de concurrence). La figure 1.23 présente la situation sur un marché sur lequel le mécanisme de report de la demande correspond à l'hypothèse « les mieux disants sont les premiers servis » tandis que la figure 1.24 présente la situation d'un marché sur lequel le mécanisme de report de la demande est du type « aléatoire ».

Figure 1.23 Inexistence d'un équilibre de Nash pour un marché sur lequel l'issue de concurrence se trouve sur la portion horizontale de la courbe d'offre totale et lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « les mieux disants sont les premiers servis »

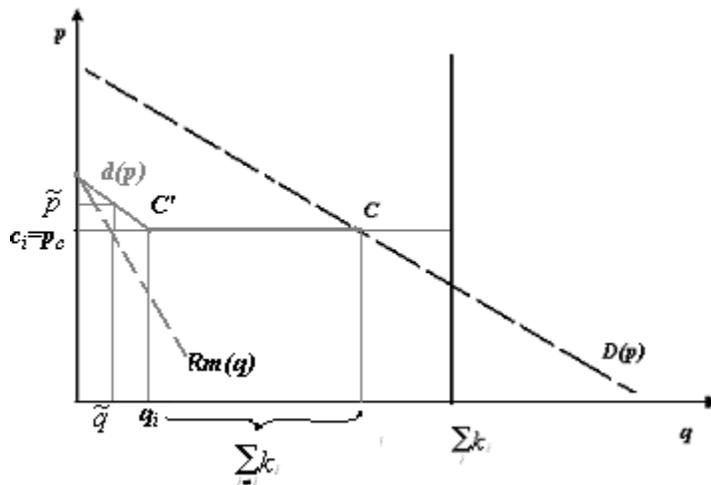
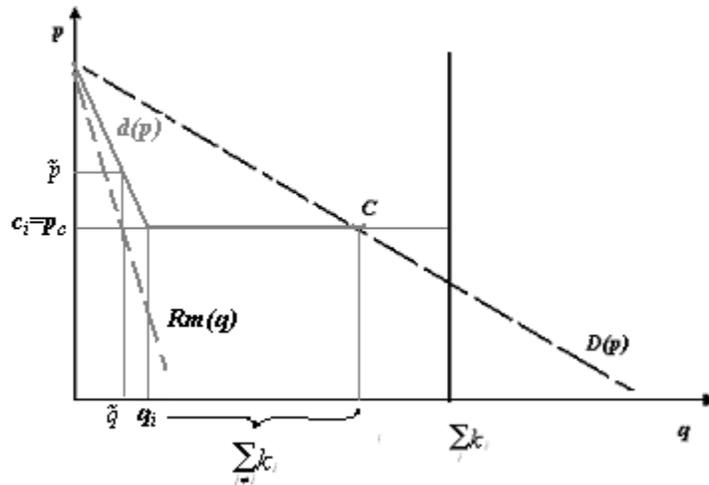


Figure 1.24 Inexistence d'un équilibre de Nash pour un marché sur lequel l'issue de concurrence se trouve sur la portion horizontale de la courbe d'offre totale et lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « aléatoire »



Comme nous l'avons annoncé au début de ce paragraphe, il y a une autre méthode de travail pour obtenir les mêmes résultats. Cette méthode alternative consiste à supposer fixées la courbe de demande et la droite de coût marginal tandis que les capacités de production totales sont variables. Cette méthode est souvent employée dans les analyses qui traitent de ce contexte de marché. On peut donc établir des analogies entre les cas que nous avons traités et les cas représentatifs traités selon la deuxième méthode.

Le cas dans lequel l'issue de concurrence est sur la portion verticale de la courbe d'offre totale et la droite de coût marginal est très en dessous du prix de l'issue de concurrence, le cas n° 1-2, est traité dans cette deuxième perspective comme le cas des **capacités de production « faibles »**. Le cas alternatif, dans lequel la droite de coût marginal est très proche du prix de l'issue de concurrence, le cas n° 1-1, correspond au cas des **capacités de production dans un intervalle « intermédiaire »**. Enfin, le troisième cas de figure, dans lequel l'issue de concurrence se trouve sur la portion horizontale de la courbe d'offre totale, le cas n°2, est traité dans la littérature comme le cas des **capacités de production « très élevées »**.

Cette approche alternative a été suivie par Tasnadi [2004] et Chowdhury [2005] avec un mécanisme de report de la demande du type « les mieux disants sont les premiers servis » et par Broyer et Moreaux [1987] et Levitan et Shubik [1978] avec un mécanisme de report de la demande « aléatoire ». Le cas d'un mécanisme de report de la demande du type « les plus regardants sur les prix sont les premiers servis » n'a pas été étudié auparavant. Néanmoins, selon une analyse similaire à celle qui a été faite ci-dessus, on montre que, quelles que soient les

capacités de production, il n'existe pas d'équilibre sur un marché sur lequel le mécanisme de report de la demande correspond à cette hypothèse.

La limite d'une capacité de production « faible » est différente selon le mécanisme de report de la demande. Avec un mécanisme de report de la demande du type « les mieux disants sont les premiers servis », la capacité de production d'un offreur est considérée comme étant « très faible » si elle est inférieure à la quantité qui **serait produite à l'équilibre** sur un marché sur lequel les offreurs décident des quantités et sur lequel le prix est fixé par un commissaire priseur de manière à égaliser l'offre totale et la demande totale (un marché à la Cournot- voir l'encadré 1.1 pour le mode de calcul de cette issue).

$$\forall i, k_i \leq q^C \tag{1.8.}$$

Encadré 1.1 Issue de Cournot sur un marché à prix affichés

L'issue de Cournot ($p^C ; q^C$) correspond à la politique qui serait un équilibre sur un marché sur lequel les règles de transaction sont celles d'un marché à la Cournot : les offreurs affichent les quantités et un commissaire priseur fixe le prix de façon à écouler toute la quantité produite.

La quantité produite résulte du calcul de maximisation du profit de l'offreur. Elle est la solution de l'équation suivante :

$$\underset{q_i}{Max} \pi(q_i) = \underset{q_i}{Max} \left(q_i D^{-1} \left(q_i + \sum_{i \neq j} q_j \right) - CT(q_i) \right)$$

où $CT(q_i)$ = le coût total pour produire une quantité q_i .

A l'équilibre, si les conditions de production des offreurs sont identiques, alors les quantités produites sont elles aussi identiques : $q_i = q_j = q^C$.

Le prix d'équilibre est déterminé à partir de l'équation suivante :

$$p^C : D(p^C) = n q^C$$

Avec un mécanisme de report de la demande du type « aléatoire », la capacité de production est « très faible » si elle est inférieure à la quantité qu'un offreur produirait sur le marché s'il était en situation de monopole (q_m).

$$\forall i, k_i \leq q_m \quad (1.9).$$

Encadré 1.2 L'issue de monopole sur le marché à prix affichés

L'issue de monopole $(p_m ; q_m)$ est la politique de prix et de quantité qu'un offreur adopterait s'il était seul à servir toute la demande du marché. Le monopoleur affiche le prix auquel toute la quantité produite peut être écoulee. La quantité produite par le monopoleur est la solution du calcul d'optimisation du profit.

$$\text{Max}_q \pi(q) = \text{Max}_q (q D^{-1}(q) - CT(q)).$$

A l'équilibre, la quantité produite est obtenue de l'égalisation de la recette marginale et du coût marginal.

$$q_m : Rm(q) = Cm(q).$$

Le prix affiché est le prix le plus élevé auquel la quantité produite peut être écoulee :

$$p_m = D^{-1}(q_m).$$

La quantité produite par un monopoleur est plus faible que la quantité que produirait cet offreur sur un marché à la Cournot. Il s'ensuit que le prix affiché par un monopoleur est plus élevé que le prix que fixerait le commissaire priseur sur le marché si les règles de transaction étaient celles d'un marché à la Cournot. La quantité produite à l'issue de Cournot est égale à la quantité produite à l'issue de monopole s'il n'y a qu'un seul offreur sur le marché. de même pour les prix.

$$q^C \geq q_m$$

$$p^C \leq p_m$$

De ce fait, il n'existe pas d'équilibre de Nash sur un marché sur lequel le mécanisme de report

de la demande est du type « aléatoire », et sur lequel les capacités de production des offreurs sont limitées aux quantités qui seraient produites à l'issue de Cournot (Davidson, Deneckere [1986], Vives [1999]).

La capacité de production est « très importante » si elle est supérieure ou égale à la quantité demandée au prix de l'issue de concurrence. Dans cette situation il n'y a pas d'équilibre de Nash si l'on fait la convention qu'en cas d'égalité de prix, les offreurs se partagent équitablement la demande totale.

$$\forall i, k_i \geq D(p_c) \tag{1.10}$$

L'intervalle « intermédiaire » dans lequel peut varier la capacité de production d'un offreur est différent selon le mécanisme de report de la demande utilisé. Avec un mécanisme du type « les mieux disants les premiers servis », cet intervalle est borné à gauche par la quantité qui correspond à l'issue de Cournot et à droite par la quantité qui correspond à la demande totale au prix de l'issue de concurrence. Avec un mécanisme de report de la demande « aléatoire », cet intervalle est borné à gauche par la quantité qui correspond à l'issue de monopole et à droite par la quantité totale écoulee au prix de l'issue de concurrence. Quel que soit le mécanisme de report de la demande, il n'y a pas d'issue d'équilibre sur ce marché.

$$\forall i, q^C < k_i < D(p_c) \text{ si le mécanisme de report de la demande est du type « les mieux disants les premiers servis »} \tag{1.11}$$

$$\forall i, q_m < k_i < D(p_c) \text{ si le mécanisme de report de la demande est « aléatoire »} \tag{1.12}$$

Les travaux réalisés sur le marché à production anticipée et rendements d'échelle constants montrent que, dans la plupart des situations envisageables (et surtout dans les situations les plus plausibles), il n'existe pas un équilibre de Nash.

Ainsi, on peut conclure que **sur un marché à prix affichés et production anticipée, quelle que soit la forme du coût marginal, l'équilibre de Nash n'existe pas dans la plupart des situation envisageables et pour des courbes de demande « classiques » (continues et décroissantes).**

Notre analyse d'un marché à production anticipée se termine ici. L'hypothèse que les offreurs réalisent leurs productions avant d'afficher les prix nous paraît la plus naturelle mais ce n'est pas la seule hypothèse qui a été faite. De nombreux travaux analytiques (et expérimentaux) font l'hypothèse que la production a lieu suite à l'affichage des prix et la deuxième section de ce chapitre présente les résultats de ces travaux.

Cependant, entre ces deux hypothèses s'est glissée une hypothèse intermédiaire qui consiste à envisager le processus de production et d'affichage de prix comme un jeu séquentiel. Il s'agit de marchés « hybride » et le paragraphe suivant présente les résultats obtenus dans ce contexte de marché.

1.2.3 Possibilité d'existence d'un équilibre de Nash sur les marchés « hybrides »

Sur marché « hybride », comme sur un marché à production « anticipée » les offreurs réalisent leurs productions avant d'afficher leurs prix. Cependant, sur un marché « hybride », on considère qu'entre le moment où les offreurs réalisent leur production et le moment où ils affichent leurs prix il y a une étape supplémentaire. Selon le type de marché considéré, lors de cette étape les offreurs sont soit informés de la quantité totale qui a été produite¹ (Kreps et Scheinkman [1983]), soit ils savent qu'un mécanisme impliquera l'égalité des prix de vente pour tous les offreurs (d'Aspremont, Dos Santos Ferreira et Gérard-Varet, [1991.a et b]). Chacun de ces deux contextes de marché est analysé dans ce qui suit.

Kreps et Sheinkman [1983] étudient un marché de duopole mais Bocard et Wauthy [2000] ont étendu cette analyse à un oligopole avec n offreurs ($n \geq 2$). Les offreurs produisent leur bien avec des rendements d'échelle constants et identiques et la fonction de demande utilisée est continue, coupe les deux axes et est décroissante avec le prix. Les offreurs produisent la quantité maximale qui correspond à la capacité de production installée. Les demandeurs sur ce marché sont servis selon un mécanisme de report de la demande du type « les mieux disants sont les premiers servis ».

¹ Sur ce marché, les offreurs jouent eux-mêmes le rôle d'un commissaire priseur qui chercherait le prix auquel la quantité totale produite peut être écoulee. Ce marché est « hybride » aussi en ce qu'il fait la transition entre un marché à la Cournot et un marché décentralisé.

Chaque étape de ce jeu est analysée séparément en commençant par la dernière étape (induction rétrograde). Soit le sous-jeu qui consiste à afficher le prix. A cette étape, les offreurs connaissent la quantité totale produite sur le marché et ils affichent leurs prix de vente. Les offreurs choisissent d'afficher le prix auquel toute la quantité produite est écoulee. Le prix affiché dans le deuxième sous-jeu est donc égal à :

$$p, \text{ tel que: } p = D^{-1}\left(\sum_i k_i\right) \text{ avec } k_i = q_i, \forall i \quad (1.13).$$

Le premier sous-jeu, le jeu en quantités, est analysé par la suite sous l'hypothèse que le prix affiché est donné : c'est le prix p auquel toute la quantité produite est écoulee. Les offreurs dans ce sous-jeu adoptent le même comportement que les offreurs sur un marché à la Cournot : ils produisent les quantités qui correspondent à l'équilibre de Cournot (voir l'encadré 1.1 ci dessus). Sur le marché à la Kreps et Scheinkman, il existe un équilibre en stratégies pures et la politique d'équilibre correspond à la politique qui serait un équilibre si les règles de transaction sur le marché étaient celles d'un marché à la Cournot¹.

Davidson et Deneckere [1986] prolongent cette analyse et montrent que le résultat obtenu par Kreps et Scheinkman est très sensible à la forme de la courbe de demande contingente et, par conséquent, au choix du mécanisme de report de la demande. Sur un marché sur lequel le mécanisme de report de la demande est « aléatoire », il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures². De plus, cette situation est la plus plausible car si les offreurs sur ce marché avaient le choix entre les deux mécanismes de report de la demande, ils choisiraient le mécanisme « aléatoire » car la demande contingente qui revient aux prix les plus hauts est plus élevée avec ce mécanisme. On peut donc conclure que, **dans la plupart des situations envisageables, sur un marché hybride de ce type non plus, il n'existe pas d'équilibre de Nash.**

¹ Ce résultat est obtenu sous l'hypothèse que les quantités fixées à la première phase restent inchangées lors de la phase de jeu suivante. Supposons que cette hypothèse est relaxée et que les offreurs peuvent produire une quantité supérieure à la quantité annoncée lors de la première phase. Pour chaque unité supplémentaire produite les offreurs subissent un coût fixe. Si le montant du coût fixe est plus faible que la valeur du prix qui correspond à l'issue de Cournot alors Bocard et Wauthy [2000] montrent que le prix d'équilibre peut converger vers le prix de l'issue de concurrence.

² Rappelons que sur ce marché il existe un équilibre uniquement si les capacités de production des offreurs sont inférieures ou égales à la quantité qui correspond à l'issue de monopole.

Quelques travaux ont abordé la question de savoir quelle est l'interaction répétée entre les offreurs sur un marché « hybride » (Benoit, Krishna [1987] et Davidson, Deneckere [1990]). Le principal résultat obtenu est que tout équilibre dans le « super jeu » s'accompagne d'une situation d'excès des capacités de production. Les vendeurs affichent un prix plus élevé que celui qui permettrait d'écouler la totalité de la capacité de production installée. Les profits obtenus par les offreurs sont dans ces conditions plus faibles que les profits obtenus par un monopoliste, en raison de la capacité de production en excès. De plus, Davidson et Deneckere montrent qu'une augmentation du prix s'accompagne toujours d'une hausse de la capacité de production installée.

Encadré 1.3 L'interaction répétée sur le marché

Jusqu'à présent, nous avons fait l'hypothèse que les offreurs ne se rencontrent qu'une seule fois sur le marché. Les fondements de l'analyse d'une interaction répétée entre les agents ont été posés par Friedman [1971] et sa démarche est connue sous le nom de « superjeu ». Dans le cadre de cette approche on suppose que les offreurs se rencontrent pendant un nombre infini de fois (ou que le nombre total de ces interactions n'est pas connu d'avance - le premier « folk théorème »). Pour cela, le marché est initialisé, dans les mêmes conditions de production et d'écoulement du produit pour chaque nouvelle période. Cette approche se propose de montrer que la répétition d'un jeu strictement non coopératif¹, peut aboutir à mettre en place une issue de type coopérative, comme l'issue de cartel, qui est un optimum de Pareto pour les offreurs. Dans le cadre d'un jeu non coopératif simple (qui est joué une seule fois), les offreurs ont intérêt à dévier de cette issue en proposant des prix plus faible et en augmentant les quantités produites. Dans le cadre d'un jeu de marché simple, l'issue de cartel ne peut jamais être sélectionnée tout simplement parce que si l'un des offreurs dévie de cette issue, les autres ne pourront jamais le sanctionner. En revanche, si les offreurs pouvaient se sanctionner entre eux en cas de non-respect de l'issue de cartel ou si la menace seulement de cette sanction était crédible, le marché pourrait se stabiliser à l'issue de cartel. La répétition du jeu simple offre justement cette possibilité tout en gardant la structure de jeu non coopérative.

Plusieurs stratégies peuvent être proposées pour aboutir à ce résultat. Parmi ces stratégies, la

¹ Par jeu non coopératif, nous entendons, comme Friedman [1971] un jeu dans lequel les agents ne peuvent pas imposer leurs accords sur les autres joueurs. De plus, les paiements en dehors des transactions effectuées sur le marché sont interdits.

plus connue et la plus simple est une stratégie de type « œil pour œil et dent pour dent ». Un offreur l'adoptant joue la politique de l'issue de cartel tant que ses adversaires font pareil. Mais il suffit que l'offreur observe que l'un de ses adversaires ait joué une autre politique pour que lui-même bascule à la politique de « sanction ». Pour que la sanction soit efficace elle doit être une **menace crédible**. D'une part, cette politique doit induire, pour l'offreur qui a dévié, un manque à gagner important par rapport au profit qu'il obtiendrait en adoptant la politique de l'issue de cartel. D'autre part, l'offreur qui « sanctionne » doit aussi trouver son compte lorsqu'il l'adopte (elle ne devrait pas induire des pertes et le « protéger » contre d'autres politiques de déviation).

Sur un marché « hybride », cette menace consiste à produire, lors de la première phase du jeu une quantité supérieure à la quantité qui serait écoulee en adoptant la politique de l'issue de cartel. Si l'un des joueurs n'affichait pas le prix de l'issue de cartel, alors il serait sanctionné, à la période suivante par les autres offreurs qui mettraient en vente toutes leurs quantités produites à un prix plus faible.

Sur le deuxième type de marché « hybride » proposé et analysé par d'Aspremont, Dos Santos Ferreira et Gérard-Varet, la production est « anticipée » et elle a lieu en même temps que les offreurs prennent leurs décisions de prix. Toutefois, par rapport à un marché à prix affiché et production anticipée « classique », sur ce marché, les transactions n'ont pas lieu aux prix affichés. Un mécanisme spécifique, appelé « schéma de prix » (d'Aspremont, Dos Santos Ferreira et Gerard-Varet [1991.a]) assure que toutes les transactions auront lieu au même prix. Ce mécanisme d'uniformisation des prix peut être entendu soit comme une clause contractuelle (d'Aspremont, Dos Santos Ferreira et Gerard-Varet [1991.b]). Parmi les clauses contractuelles qui peuvent être invoquées, on rappelle la clause du client le plus favorisé (un client bénéficiera de la même réduction de prix dont un autre client à bénéficié), la clause du meilleur prix garanti (un client peut exiger de l'offreur le prix le plus bas du marché sinon il peut rompre le contrat de vente). Le prix unique sur ce marché ne résulte pas de l'action d'une force extérieure au marché mais bien d'un processus interne au marché appelé le « schéma des prix ». Plusieurs types de prix

peuvent résulter. Nous analysons ici le cas d'un marché sur lequel le prix unique de vente correspond au prix le plus faible affiché¹.

Bien que ce marché « hybride » puisse faire penser à un marché avec concurrence à *la Bertrand* (qui sera présenté plus en détail dans la section 2.2.1 de ce chapitre), il y a, entre les deux contextes de marché, une différence fondamentale. Sur un marché à *la Bertrand*, seul l'offreur ayant affiché le prix le plus faible participe aux échanges, les autres offreurs étant « exclus » des transactions. Cette forme de concurrence représente une incitation très forte, pour les offreurs, à s'engager dans une véritable « guerre des prix ». En revanche, sur un marché « hybride » à *la d'Aspremont, Dos Santos Ferreira et Gerard-Varet*, **tous** les offreurs participent aux échanges au prix unique fixé par le « schéma de prix ». Leur incitation à baisser les prix est donc moindre dans ce cas.

Sous l'hypothèse que sur ce marché il ne peut pas y avoir du rationnement de l'offre (cette condition étant fixée soit de manière exogène, en exigeant des offreurs qu'ils produisent exactement les quantités demandées, soit en introduisant une étape supplémentaire dans le jeu lors de laquelle les offreurs peuvent faire un rabais de prix pour écouler leurs quantités restantes), d'Aspremont, Dos Santos Ferreira et Gerard-Varet montrent que dans ce jeu il existe de multiples équilibres de Nash. Toutefois, ces équilibres non coopératifs (dont la solution dite de « concurrence » fait partie) sont dominés par le prix qui correspond à l'issue de Cournot². En ouvrant la possibilité à une coordination des offreurs, à travers l'introduction d'une étape supplémentaire dans le déroulement des échanges, on retrouve un résultat similaire à celui obtenu par Kreps et Scheinkman [1983] : la possibilité que le prix qui correspond à l'issue de Cournot soit un équilibre dans le jeu de marché. Ici, l'état d'équilibre est atteint à travers un « schéma de prix » assurant un prix de vente unique.

Les résultats obtenus sur le marché à production « anticipée » montrent qu'on a raison d'opposer le contexte d'un marché décentralisé à un marché centralisé. Dans un premier temps, les conditions nécessaires à l'équilibre semble isoler, comme seule candidate à l'équilibre, l'issue qui

¹ Mais il se peut que, dans les industries dans lesquelles une seule entreprise détient des parts de marché très importantes, le prix fixé par le « schéma de prix » corresponde au prix fixé par cette entreprise.

² En analysant un contexte de marché similaire, à ceci près que la production se réalise sur commande, Salop [1985] et Cooper [1986] avait montré que tous les équilibre non coopératifs sont dominés par la solution qui correspond à l'issue de monopole.

est un équilibre sur un marché centralisé : l'issue dite de « concurrence ». Or, lorsqu'on vérifie si cette issue est véritablement un équilibre sur le marché, on se rend compte qu'en fin de compte, elle ne l'est pas dans la plupart des situations plausibles. Non seulement l'issue de concurrence n'est pas un équilibre sur ces marchés mais, de plus il n'existe pas d'équilibre sur ces marchés. Ce résultat s'impose sur tous les marchés avec coût marginal en forme de U. Il a été obtenu sur la plupart des marchés avec coût marginal constant... Il peut même caractériser certains marchés hybrides, lorsque le mécanisme de report de la demande est du type « aléatoire » ... **La plupart des marchés à production anticipée sont, tout simplement, des marchés sans équilibre !**

Qu'en est-il des marchés à production « sur commande » ? La section suivante présente les résultats des analyses réalisées sur les marchés à prix affichés sur lesquels les offreurs décident des quantités produites après qu'ils aient affiché leurs prix.

2. Le marché à production « sur commande »

Sur un marché à production « sur commande » les offreurs affichent leurs prix et produisent ensuite les unités qu'ils peuvent vendre. Sur ce marché toutes les unités produites sont donc écoulées. Selon la forme de concurrence sur le marché, ces contextes peuvent être classés en deux catégories distinctes.

Les marchés de la première catégorie sont à concurrence « classique » et sont présentés lors de la première sous-section. Sur ces marchés un offreur peut refuser de servir une partie des demandeurs. Cette situation peut arriver surtout lorsque la courbe de coût marginal est en forme de U et lorsque l'offreur subit des pertes s'il augmente sa production au dessus d'un certain seuil (la quantité pour laquelle le coût moyen est égal au prix). Lorsque les rendements d'échelle sont constants, un offreur refuse de servir les demandeurs lorsque sa capacité limite de production est atteinte.

Les marchés de la deuxième catégorie sont des marchés de concurrence « à la Bertrand » et sont traités dans la deuxième sous-section. Sur ces marchés on introduit une condition artificielle : les offreurs sont **obligés** de servir toute la demande du marché et tous les échanges se réalisent au

prix le plus bas affiché. Toutefois, ce contexte de marché est le plus ancien à avoir été analysé par Bertrand en 1883 et il fait encore aujourd'hui l'objet de nombreux travaux expérimentaux. Deux cas de figure pour ce contexte sont traités : le cas du coût marginal constant et le cas du coût marginal en forme de U.

2.1 *Les marchés de concurrence « classique »*

Cette sous-section présente les résultats concernant l'existence d'une issue d'équilibre sur un marché sur lesquels la production est « sur commande » est sur lequel les offreurs peuvent refuser de servir une partie des demandeurs (marchés à concurrence « classique »). Le premier paragraphe présente le cas d'un marché avec coût marginal de production croissant tandis que le deuxième paragraphe présente le cas d'un marché avec coût marginal constant.

2.1.1 Le cas du coût marginal croissant : inexistence de l'équilibre lorsque les fonctions de coût marginal et de demande sont continues, situations très diverses lorsque ces fonctions sont discrètes

Ce contexte de marché a fait l'objet de nombreux travaux, tant analytiques qu'expérimentaux. Or, dans la plupart des expérimentations réalisées, les fonctions de demande et de coût marginal sont discrètes ce qui peut induire des modifications notables concernant l'existence d'un équilibre de Nash sur le marché¹. Ainsi, la première partie de ce paragraphe présente le cas d'un marché sur lequel les courbes de demande et de coût marginal sont continues. La deuxième partie présente trois cas de figure qui peuvent apparaître sur le marché quand ces courbes sont discrètes. Cette analyse servira à interpréter les résultats des expérimentations présentées dans le deuxième chapitre de la thèse.

¹ La plupart des expérimentations ont été menées sur les marchés à prix affichés et production « sur commande » et avec des fonctions de demande et de coût marginal discrètes. Très peu d'expérimentations ont été en revanche réalisées sur les marchés à production « anticipée ». Cela explique pourquoi, dans la section précédente, nous n'avons pas abordé le cas des fonctions discrètes.

Nous commençons par présenter le cas des fonctions continues. Dans l'approche traditionnelle, la courbe de coût marginal d'un offreur est en forme de U . Sous cette hypothèse, chaque offreur décide le prix qu'il affiche et la quantité maximale qu'il est prêt à produire. La quantité maximale se détermine à partir de l'égalisation du prix au coût marginal¹.

$$q_{\max} : Cm^{-1}(q_{\max}) = p \quad (1.14).$$

Les offreurs affichent leurs prix et voient affluer les demandeurs. C'est ensuite qu'ils réalisent leurs productions de sorte qu'il n'y a aucune unité invendue.

$$v_i = \min\{d(p_i); q_{\max}\} \quad (1.15).$$

Le marché à la base de ce modèle analytique semble être un marché de services sur lequel la production a toujours lieu après que les offreurs aient affichés leurs.

Le marché à production « sur commande » et le marché à production « anticipée » ne diffèrent que dans les situations hors équilibre. Mais l'équilibre, s'il existe, doit être le même. Sur le marché à production « sur commande », on montre que la seule politique candidate à l'équilibre est également la politique de l'issue de concurrence. La démonstration est identique à la démonstration qui a été proposée dans la section précédente pour un marché à production « anticipée »². De la même manière, et sous les conditions « classiques » concernant les courbes de demande et de coût marginal, on montre que sur ce marché, l'issue de concurrence n'est pas un équilibre de Nash est ce, quel que soit le mécanisme de report de la demande envisagé. Shubik [1955], [1959] et Allen et Hellwig [1986.b] ont analysé ce marché pour quelques courbes spécifiques de coût marginal. Dixon [1984], Allen et Hellwig [1986.a] et Maskin [1986] ont proposé des analyses plus générales de l'existence de l'équilibre sur ces marchés. Ceux-ci

¹ L'analyse économique s'intéresse uniquement aux situations dans lesquelles la capacité de production d'un offreur est suffisamment élevée pour lui permettre de produire la quantité maximale qui résulte du calcul d'optimisation, quel que soit le prix pratiqué. En revanche, la capacité installée ne lui permet pas de servir toute la demande au prix de l'issue de concurrence.

² Il est habituel, dans l'analyse économique, d'étudier les deux contextes de marché ensemble. D'ailleurs, Shubik [1959] montre qu'ils sont, tous les deux, conduits à l'équilibre au même résultat. Si, sur un marché à production « sur commande », il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures, sur un marché à production « anticipée » il n'existe pas non plus d'équilibre.

s'intéressent surtout aux conditions d'existence d'un équilibre en stratégies mixtes mais ils montrent, au passage, qu'il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures.

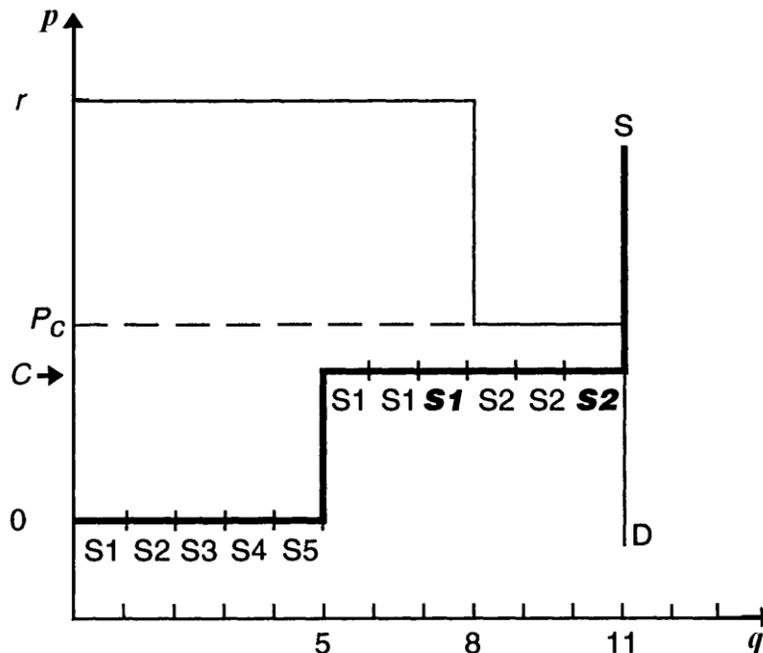
Sur un marché à production sur commande « classique » avec coût marginal convexe, si les fonctions de demande et de coût marginal sont continues, il n'existe pas d'équilibre. Que se passe-t-il dans le cas où les fonctions de demande et de coût marginal sont discrètes ?

L'analyse d'un marché sur lequel les fonctions de coût marginal et/ou de demande sont discrètes ne peut pas être généralisée et chaque marché de ce type devrait être traité individuellement. Cette démarche est souvent rencontrée dans les protocoles expérimentaux. Trois types de situations peuvent se produire : l'équilibre de Nash n'existe pas, l'équilibre de Nash existe et se situe au prix de l'issue de concurrence et enfin, l'équilibre existe mais se situe à une autre issue que l'issue concurrentielles.

a) l'équilibre de Nash n'existe pas

Pour illustrer ce cas de figure, on propose d'étudier l'un des marchés expérimentaux présenté par Davis et Holt [1994] (il s'agit du marché expérimental qui résulte de l'adoption du Protocole n°2). Sur ce marché il y a 5 offreurs. Les trois premiers offreurs (S_1 , S_2 et S_3) peuvent chacun offrir au plus 4 unités. La première unité est produite avec un coût marginal normalisé à 0 et les trois autres unités sont produites avec un coût marginal égal à c . Les deux autres offreurs (S_4 et S_5) ne peuvent offrir qu'une seule unité dont le coût marginal est 0. La demande sur ce marché est répartie comme suit : 8 unités sont demandées si leur prix est inférieur ou égal à c et 3 unités supplémentaires sont demandées si leur prix est inférieur ou égal à p_c . Ce marché est représenté sur la figure ci-dessous.

Figure 1.25 Exemple de marché expérimental sur lequel l'équilibre est inexistant en stratégies pures



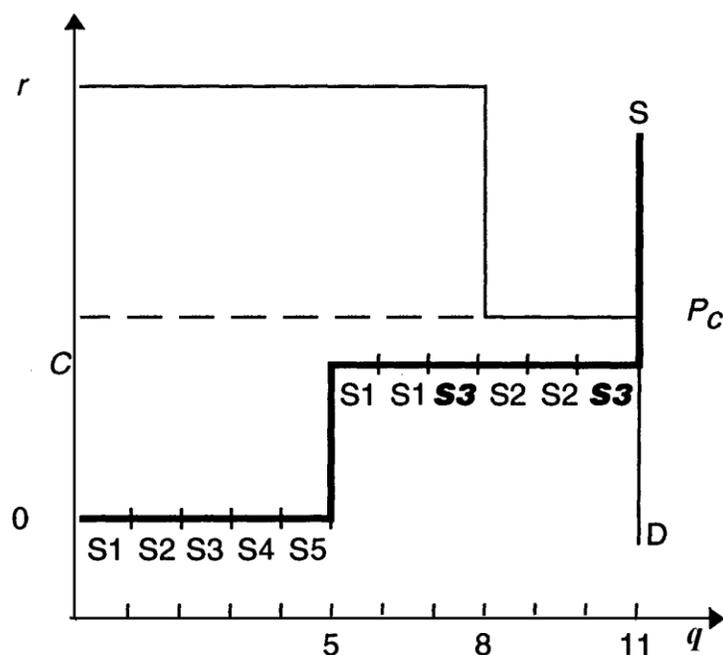
Source : Davis, Holt [1994], protocole n°2

Lorsque tous les offreurs affichent le prix de l'issue de concurrence (p_c) le profit obtenu par les offreurs S_1 et S_2 est égal à $4p_c - 3c$ et le profit obtenu par les offreurs S_3 , S_4 ou S_5 est égal à p_c . Supposons que l'un des offreurs S_1 ou S_2 affiche un prix égal à r . Si les demandeurs sont servis par ordre décroissant de leurs valeurs de réserve, alors l'offreur en question a à sa disposition une demande contingente de au plus, une unité. Le profit qu'il obtiendrait dans ce cas est égal à r . Si le profit supplémentaire obtenu dans cette situation, égal à $r - p_c$ dépasse le profit perdu de $3(p_c - c)$, alors l'issue de concurrence n'est pas un équilibre de Nash car l'offreur a intérêt à dévier de cette issue.

b) L'équilibre de Nash existe et coïncide avec l'issue de concurrence

Davis et Holt [1994] montrent comment ce type de marché peut être légèrement modifié pour que l'issue de concurrence soit un équilibre sur ce marché (Protocole n°1). Pour cela, il suffit de supposer que les offreurs S_1 et S_2 sont obligés de céder la dernière de leurs unités produites à l'offreur S_3 . L'offre et la demande totales sur ce marché seraient alors représentées de la manière suivante :

Figure 1.26 Exemple d'un marché sur lequel l'issue de concurrence est un équilibre de Nash



Source : Davis, Holt [1994], protocole n°1

Sur ce marché, si tous les offreurs adoptent la politique de l'issue de concurrence les profits obtenus par les offreurs S_1 , S_2 et S_3 sont égaux soit à $3p_c - 2c$ tandis que les profits obtenus par les offreurs S_4 et S_5 sont égaux à p_c . Si l'un des offreurs S_1 , S_2 ou S_3 proposait un prix plus élevé, alors il ne rencontrerait aucun demandeurs car sa demande contingente serait nulle (les auteurs de cette expérimentation font l'hypothèse que les clients sont servis par ordre décroissant de leurs valeurs de réserve). Sur ce marché, tous les offreurs ont intérêt à ne pas dévier unilatéralement du prix de l'issue de concurrence et cette issue représente donc l'équilibre de Nash.

c) L'équilibre existe et ne coïncide pas avec l'issue de concurrence

Enfin, le troisième cas de figure est un marché sur lequel l'équilibre de Nash existe en stratégies pures mais il ne coïncide pas avec l'issue de concurrence. L'exemple qui a été choisi est tiré de Ketcham, Smith et Williams [1984], une étude d'une importance décisive en économie expérimentale. Il s'agit d'un marché à production sur commande sur lequel trois offreurs réalisent leurs productions respectives (au plus 5 unités chacun) avec des coûts marginaux constants mais

différents. Les valeurs du coût marginal pour chaque unité produite sont données sur le tableau ci-dessous.

Tableau 1.1 Valeurs de coût marginal (en Um) des trois vendeurs sur un marché expérimental hypothétique

Vendeur	Unité 1	Unité 2	Unité 3	Unité 4	Unité 5
V₁	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57
V₂	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
V₃	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77

Source : Ketcham et al. [1984], Protocole n° 2

Lecture : Au prix de 4.57 UM seul V₁ propose cinq unités à la vente. Lorsque le prix augmente jusqu'à 4.67 UM, l'agent V₂ propose lui aussi cinq unités (l'offre totale est de 10 unités).

Sur ce marché il y a quatre vendeurs, chacun prêt à offrir au plus quatre unités du bien. Les valeurs de réserve pour chaque unité sont données dans le tableau ci dessous.

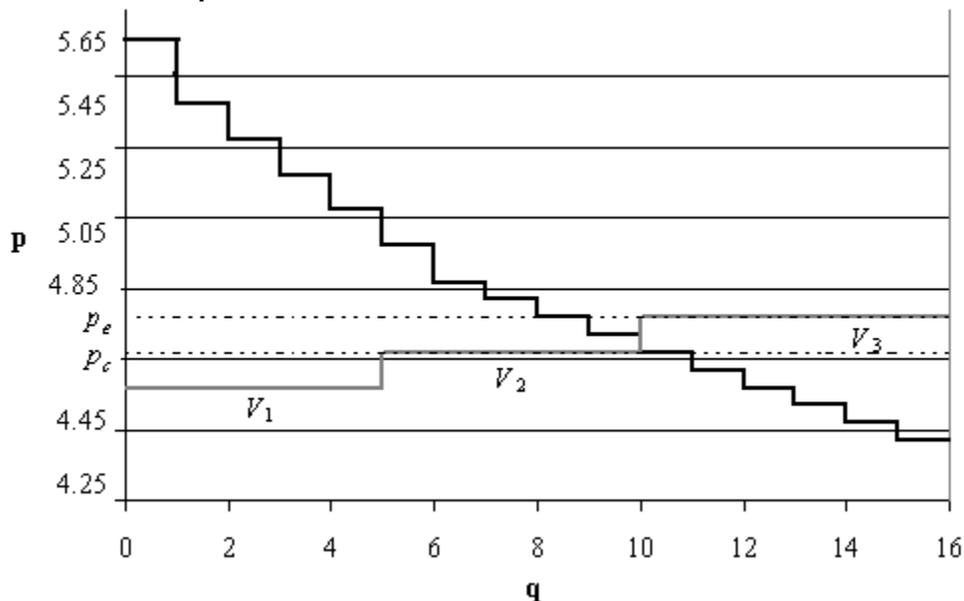
Tableau 1.2 Valeurs de réserve (en Um) des quatre acheteurs dans le Protocole 2 de Ketcham et al. [1984]

Acheteur	Unité 1	Unité 2	Unité 3	Unité 4
A₁	5.47	4.82	4.62	4.42
A₂	5.37	4.87	4.67	4.47
A₃	5.27	4.97	4.72	4.52
A₄	5.17	5.07	4.77	4.57

Source : Ketcham et al. [1984], Protocole n° 2.

Par l'agrégation des fonctions de coût marginal individuelles on obtient la fonction d'offre totale et par l'agrégation des demandes individuelles on obtient la courbe de demande totale. Ces deux fonctions sont représentées sur le graphique ci-dessous.

Figure 1.27 Les fonctions d'offre et de demande totales sur un marché sur lequel l'équilibre de Nash correspond à une autre issue que l'issue concurrentielle



Source : Ketcham et al. [1984]

Lecture : au prix de 5.47 UM une seule unité du bien est demandée (par l'acheteur A₁). Lorsque le prix diminue à 5.37, une unité supplémentaire s'ajoute à la demande totale.

Le prix de l'issue de concurrence est déterminé à l'intersection des courbes d'offres et de demande totales et il correspond, dans ce cas de figure à 4.67 (p_c). A ce prix une quantité totale de 10 unités peut être écoulee. A ce prix, seulement les deux premiers offreurs participent aux échanges. Le premier offreur obtient un profit égal à 0.5 Um ($5 \times (4.67-4.57)$) et le deuxième offreur obtient un profit nul ($5 \times (4.67-4.67)$). Le troisième offreur est exclu du marché. Les deux offreurs qui participent aux échanges peuvent néanmoins augmenter leurs profits en proposant un prix égal au coût marginal du troisième offreur, c'est-à-dire 4.77Um. A ce prix, la quantité écoulee est de 9 unités. Le profit du premier offreur est soit de 1Um ($5 \times (4.77-4.57)$) soit de 0.8Um ($4 \times (4.77-4.57)$). Le profit du deuxième offreur est soit de 0.4 Um ($4 \times (4.77-4.67)$) soit, respectivement, de 0.5Um ($(5 \times (4.77-4.67))$). Quel que soit le mécanisme de répartition de la demande, les deux offreurs ont à gagner en proposant le prix p_e . Il est évident que si l'un des deux premiers offreurs affichait un prix inférieur au prix p_e , il obtiendrait un profit plus faible. Si l'un des offreurs affichait un prix plus élevé, alors il serait contraint à partager la demande contingente avec le troisième offreur qui pourrait « entrer » sur le marché. Il s'ensuit que sur le marché le prix p_e , situé au dessus du prix de l'issue de concurrence est un équilibre de Nash.

L'hypothèse selon laquelle les courbes de demande et d'offre des offreurs seraient discrètes modifie considérablement l'analyse de l'existence d'un équilibre de Nash. Ce type d'hypothèse apparaît surtout dans les protocoles expérimentaux qui ont exploré ce type de marché. Elle est, en revanche, très peu utilisée dans l'analyse économique qui conçoit ces fonctions comme étant discrètes. La méthode des fonctions discrètes présente l'inconvénient qu'elle ne peut pas être généralisée à tous les marchés... De plus, avec cette méthode, il devient très compliqué d'analyser l'existence d'un équilibre dès lors que le nombre d'unités produites (et demandées) augmente.

2.1.2 Possibilité de l'existence d'un équilibre de Nash avec un coût marginal constant

De nombreux travaux ont analysé un marché à production « sur commande » avec des rendements d'échelle constants. Ce contexte de marché a été analysé pour la première fois par Edgeworth [1925] comme critique au modèle analytique présenté par Bertrand [1883] (voir la sous-section suivante). Son analyse de marché abouti à l'issue bien connue sous le nom de « cycle d'Edgeworth » : les prix ne se stabilisent pas à leur plus bas niveau et oscillent sous la forme d'un cycle entre ce prix et le prix de l'issue de monopole.

Ce marché a été largement étudié par les économistes : Levitan et Shubik [1972], Dasgupta et Maskin [1986.b], Vives [1986], Osborne et Pitchik [1986], Allen et Hellwig [1986.b], [1989] et Vives [1999]. Sous les conditions « classiques » concernant la fonction de demande, ils montrent que l'équilibre de Nash existe en stratégies pures si les capacités de production sont soit « très faibles », soit « très élevées »¹. En revanche, lorsque les capacités de production appartiennent à l'intervalle « intermédiaire », il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures sur ce marché. Ces résultats rappellent ceux qui ont été obtenus sur un marché à production « anticipée ». **Entre les analyses des deux contextes il y a une seule différence : le marché sur lesquels les capacités de production des offreurs sont « très élevées ». Sur un marché à production « anticipée », l'équilibre de Nash n'existe pas, tandis que sur un marché à production « sur commande »,**

¹ La capacité de production d'un offreur est « faible » lorsqu'elle est inférieure à la quantité qui serait un équilibre sur un marché à la Cournot. La capacité de production est « importante » lorsque la quantité totale demandée au prix de l'issue de concurrence (p_c) est inférieure aux capacités de production des autres offreurs : $\forall i, D(p_c) - \sum_{j \neq i} k_j \leq 0$

cet équilibre existe et il correspond à l'issue de « concurrence »¹. L'explication de ce dernier résultat est très simple : lorsqu'un offreur affiche un prix supérieur au coût marginal, la demande contingente est nulle car la demande totale est intégralement satisfaite par les autres $n-1$ offreurs. Ces analyses montrent que, dans le cas le plus plausible, pour lequel les capacités de production des offreurs sont dans l'intervalle « intermédiaire », il n'existe pas d'équilibre de Nash en stratégies pures.

L'analyse de ce contexte de marché dans le cadre d'un « superjeu » n'aboutit pas à des résultats remarquables du point de vue de la coopération, car les joueurs manquent de menace crédible. Les résultats obtenus dans cette approche sont synthétisés dans l'encadré suivant.

Encadré 1.4 Le « superjeu » ayant à la base le modèle d'un marché à production « sur commande » et rendements d'échelle constants

La modélisation des superjeux repose sur les stratégies de type « œil pour œil et dent pour dent » qui fonctionnent à condition que les offreurs aient à leur disposition une menace crédible qu'ils peuvent utiliser s'ils constatent que leurs adversaires ont dévié de l'issue coopérative à la période précédente. Pour la plupart des jeux, la menace consiste à adopter la stratégie qui est un équilibre de Nash dans le jeu simple.

Or, pour le marché étudié ici, il n'existe pas d'équilibre de Nash en stratégies pures lorsque les capacités de production des offreurs appartiennent à l'intervalle intermédiaire. Néanmoins, Brock et Scheinkman [1985] tentent une modélisation dans laquelle, les offreurs menacent de jouer la stratégie mixte d'équilibre. Ils montrent que, dans cette situation, les offreurs réussissent à maintenir le prix à l'issue de cartel. En revanche, si les capacités sont trop faibles, le cartel s'effondre car la menace de jouer la politique de équilibre de Nash n'induit pas une sanction assez importante. Le cartel ne résiste pas non plus lorsque les capacités de production sont très élevées car, le manque à gagner d'un offreur qui adopte la politique de sanction est trop important.

¹ Les deux résultats sont obtenus sous l'hypothèse qu'en cas d'égalité des prix, les offreurs se partagent la demande totale de manière égale.

Sur un marché à production « sur commande » il n'existe pas d'équilibre de Nash pour le cas des fonctions de demande et de coût marginal continues. On peut donc conclure que, **quel que soit le type de marché (« à production sur commande » ou « à production anticipée ») et quelle que soit la forme du coût marginal (en forme de U ou constante) sous l'hypothèse de continuité des fonctions de demande et de coût marginal, l'équilibre de Nash est inexistant sur ces marchés.**

En revanche, sur un marché à production « sur commande » et coût marginal croissant, lorsque les fonctions de demande et d'offre sont discrètes, trois types de situations peuvent survenir : l'équilibre de Nash n'existe pas (comme dans le cas des fonctions continues), l'équilibre de Nash existe et coïncide avec l'issue de concurrence (comme c'est le cas sur un marché centralisé) et enfin, l'équilibre de Nash existe et se situe à une autre issue.

La section suivante présente les résultats des analyses réalisées sur ce marché.

2.2 Le marché avec concurrence « à la Bertrand »

La concurrence « à la Bertrand » introduit une hypothèse qui semble assez « artificielle » au regard de la liberté d'action des offreurs. Toutefois, cette forme de concurrence peut avoir lieu dans certains secteurs d'activité très réglementés comme l'électricité ou la téléphonie (Vives [1999]). Elle peut aussi apparaître lorsqu'il devient coûteux pour un offreur de refuser de servir une partie des consommateurs (Dixon [1990]) ou lorsqu'il s'agit des enchères avec une offre fixe (par exemple dans le cas d'une commande gouvernementale).

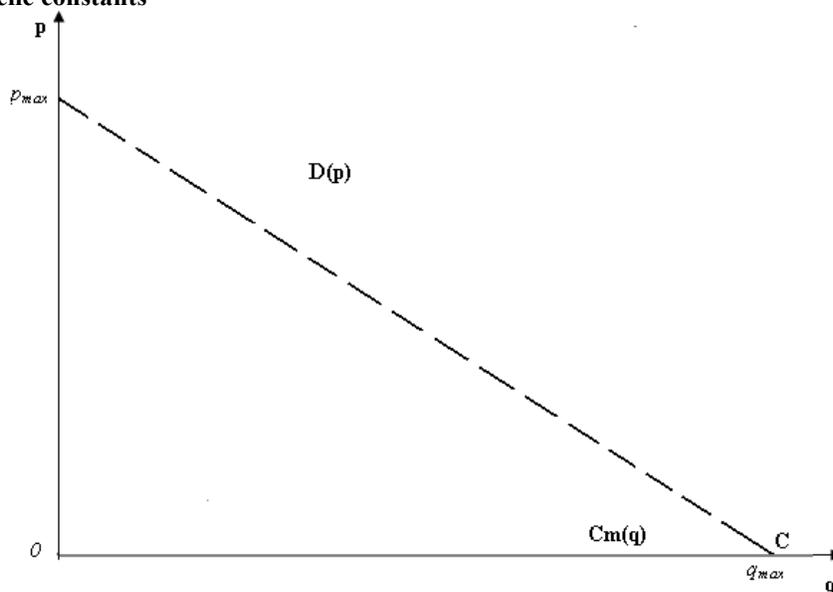
Deux situations distinctes sont analysées : le cas du coût marginal constant et le cas du coût marginal croissant.

2.2.1 Existence d'un équilibre avec un coût marginal constant

Historiquement, ce contexte de marché a été le premier contexte d'un marché à prix affichés à avoir été analysé. Il s'agit des travaux de Bertrand [1883]. Sur ce marché les capacités de production des offreurs sont illimitées et la concurrence à laquelle se livrent les offreurs sur ce

marché est de type « le gagnant prend tout ». Seul l'offreur ayant affiché le prix le plus faible participe aux échanges. Dans le modèle initial proposé par Bertrand, les offreurs réalisent leur production avec des coûts de production nuls. Ce résultat a été formalisé et élargi pour inclure le cas des coûts de production croissants et linéaires par Harrington [1989]. La fonction de demande est décroissante, continue et coupe les deux axes. Sur ce marché les offreurs s'engagent dans une « guerre de prix » et à l'équilibre les offreurs adoptent un prix égal au coût marginal¹. La situation de marché est présentée comme sur la figure 1.24.

Figure 1.28 Solution de Bertrand sur un marché à prix affichés, capacités de production illimitées et rendements d'échelle constants



Ce résultat porte le nom de « paradoxe de Bertrand » et il montre que les échanges sur un marché décentralisé se réalisent au même prix auquel ils se réaliseraient sur un marché centralisé. De plus, ce résultat est vérifié même s'il n'y a que deux offreurs sur le marché².

¹ Harrington montre que même si les offreurs sur ce marché adoptaient des stratégies mixtes, la stratégie mixte d'équilibre consiste à attribuer une probabilité de 1 au prix égal au coût marginal.

² Sur la figure 1.24 il est évident que les prix varient dans l'intervalle $[0, p_{max}]$ et que les quantités varient dans l'intervalle $[0, q_{max}]$. On peut obtenir une version « discrète » de ce marché en divisant ces intervalles par un entier l . Deux situations différentes peuvent se produire. Dans la première, le coût marginal ne fait pas partie de l'ensemble des stratégies possibles. L'équilibre unique sur ce marché correspond au prix entier le plus faible situé juste au dessus du coût marginal. Dans la deuxième situation le coût marginal fait partie de l'ensemble des stratégies possibles. Sur ce marché il y a deux équilibres : un équilibre situé au coût marginal et un deuxième équilibre situé, comme dans le cas précédent, au prix situé juste au dessus du coût marginal.

Néanmoins, Harrington attire l'attention vers le caractère « déraisonnable » de l'équilibre car la stratégie d'équilibre est faiblement dominée par toutes les autres stratégies de prix disponibles qui lui procureraient un profit positif¹. D'autres travaux (Baye, Morgan [1999] et Kaplan, Wettstein [2000]) montrent que ce résultat n'est pas vérifié sur un marché sur lequel la fonction de profit n'est pas bornée (cela peut arriver si la fonction de demande ne coupe pas l'axe vertical). Sur ces marchés le seul équilibre est en stratégies mixtes et le prix de l'issue concurrentielle ne fait pas partie du support de l'intervalle de prix.

L'approche de ce contexte de marché dans le cadre d'un super jeu ne modifie pas l'issue finale : l'interaction répétée des offreurs conduit à la même issue qu'une interaction simple². L'approche par le super jeu a été revue par Maskin et Tirole [1988] dans la perspective d'un jeu simultané et avec des résultats intéressants (voir l'encadré 1.5 ci-dessous).

Encadré 1. 5 Le super jeu à la Maskin, Tirole [1988]

Le jeu proposé par Maskin et Tirole se déroule sur un marché avec concurrence « à la Bertrand » sur lequel les coûts de production des offreurs sont nuls. Au lieu de garder la structure de jeu initiale, dans laquelle les offreurs décident simultanément des prix affichés, Maskin et Tirole proposent un jeu séquentiel, dans lequel les offreurs font, chacun à son tour, des propositions de prix. Sur ce marché, les décisions des offreurs sont maintenues pendant deux périodes consécutives. A une période donnée, seulement l'un des offreurs modifie sa politique et il adopte alors la meilleure réponse à la politique proposée par son adversaire à la période précédente. Maskin et Tirole montrent que si l'horizon temporel de ce jeu est infini, alors il y a deux issues possibles dans ce super jeu. La première issue est un équilibre de prix unique (le plus souvent c'est le prix de l'issue de monopole) tandis que la deuxième issue est un cycle de prix à la Edgeworth. Le choix entre les deux issues se fait en fonction du facteur d'escompte des offreurs. Lorsque l'horizon temporel est fini, la seule issue observable sur le marché est le cycle de prix à la Edgeworth.

¹ Une stratégie α est faiblement dominée s'il existe une stratégie β telle que le profit espéré est supérieur ou égal au profit de la stratégie α .

² Ce résultat était en quelque sorte attendu car le marché à concurrence à la Bertrand peut être considéré comme un cas particulier du marché à concurrence « classique », rendements d'échelle constants et capacités de production « très importantes ». Sur ce marché, Brock et Scheinkman [1985] ont montré que l'issue observée dans le superjeu était l'issue de « concurrence » (voir l'encadré 1.5 ci-dessus).

2.2.2 Situation d'équilibres multiples avec une fonction de coût marginal en forme de U

La relation entre l'équilibre et l'issue de concurrence est mise à échec sur un marché sur lequel la courbe de coût marginal est en forme de U. Sur ce marché la condition pour l'offreur qui affiche le prix le plus bas de servir toute la demande du marché est particulièrement contraignante car l'offreur visé peut subir des pertes dès lors que la quantité demandée est supérieure à la quantité pour laquelle le coût unitaire de production égalise son prix.

Ce modèle de marché a été proposé par Dastidar [1995] et il a été exploré lors des expérimentations et des évolutions écologiques. La fonction de demande est continue, décroissante et coupe les deux axes. Sur ce marché il existe une infinité de prix d'équilibre (voir encadré 1.6 ci-dessous) et le prix de l'issue de concurrence fait partie de cet intervalle. Cependant, sur ce marché, il existe un réel problème de sélection de la stratégie d'équilibre.

Encadré 1.6 Equilibres de Nash multiples sur le marché proposé par Dastidar [1995]

Soit \bar{p}_n le prix le plus élevé pour lequel le profit de l'offreur est nul lorsqu'il doit servir toute la demande.

$$\pi(\bar{p}_n) = \bar{p}_n D(\bar{p}_n) - CT(D(\bar{p}_n)) = 0 \rightarrow \bar{p}_n : D(\bar{p}_n) = CM^{-1}(\bar{p}_n)$$

Où : $\pi(p)$ = le profit réalisé lorsqu'on affiche le prix p (production sur commande)

$CM(q)$ = le coût moyen pour réaliser chaque unité de la quantité totale q

Soit \underline{p}_n le prix le plus faible pour lequel l'offreur obtient un profit nul lorsqu'il partage la demande avec les autres offreurs.

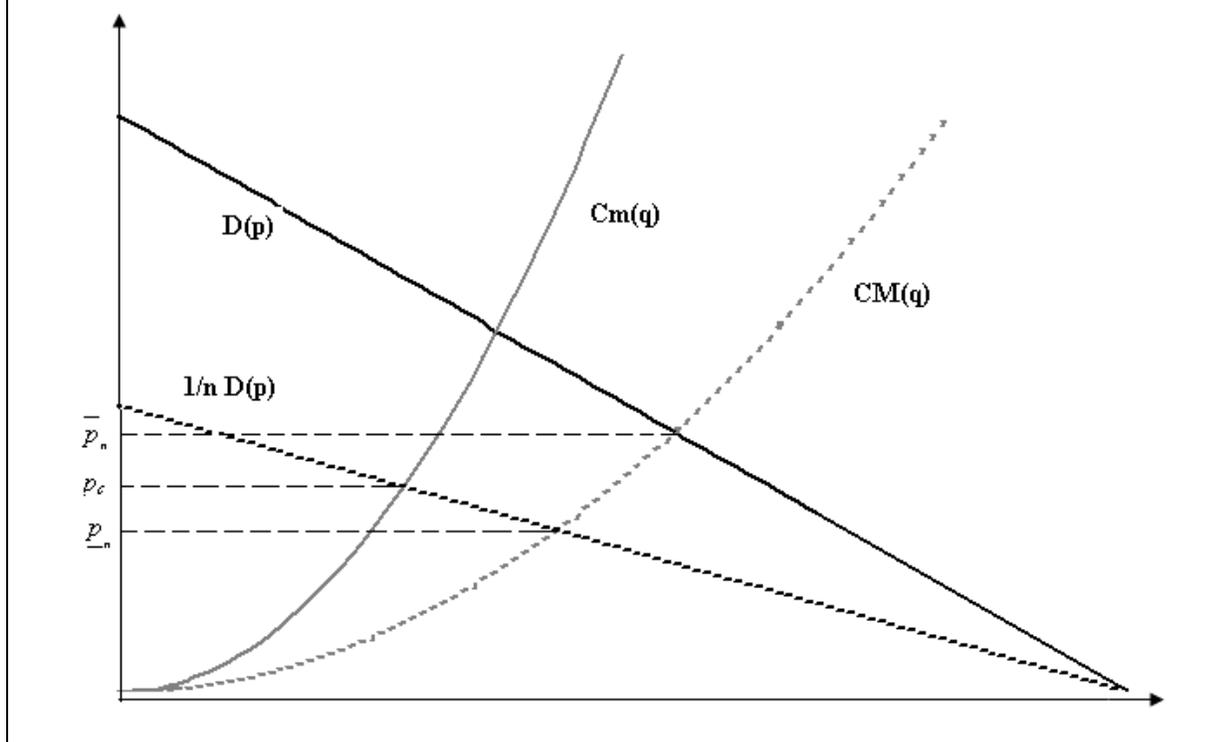
$$\pi(\underline{p}_n) = \underline{p}_n \frac{1}{n} D(\underline{p}_n) - CT\left(\frac{1}{n} D(\underline{p}_n)\right) = 0 \rightarrow \underline{p}_n : \frac{1}{n} D(\underline{p}_n) = CM^{-1}(\underline{p}_n).$$

Les positions de ces deux prix de référence sont présentées sur le graphique ci-dessous. Nous observons également que le prix de l'issue de concurrence p_c se trouve entre les deux prix.

$$p_c : D(p_c) = O(p_c) \rightarrow p_c : \frac{1}{n} D(p_c) = Cm^{-1}(p_c)$$

Dastidar montre que tout prix compris dans l'intervalle $[\underline{p}_n; \bar{p}_n]$ est un prix d'équilibre¹. Si un offreur propose un prix supérieur au prix \bar{p}_n , il ne réalise pas de ventes. Si, en revanche, il propose un prix en dessous de \underline{p}_n , il obtient un profit négatif car il produit une quantité plus élevée que la quantité pour laquelle le coût moyen égalise le prix.

Figure 1.29 Le marché à prix affichés et capacités de production illimitées : le cas des rendements d'échelle décroissants



Ces travaux ont été prolongés par quelques analyses complémentaires. Dastidar [2001] a montré que sous certaines conditions sur la fonction de coût total, le prix de l'issue de monopole peut faire partie de l'intervalle de prix qui correspond à l'équilibre de Nash. De plus, si la fonction de coût total est très convexe, l'intervalle de prix observé à l'équilibre se rétrécit d'autant plus autour du prix de l'issue de monopole que le nombre total de vendeurs augmente. Enfin, Novshek et Chowdhury [2003] montrent que si la fonction de demande totale est proportionnelle au nombre d'offreurs et si le nombre d'offreurs sur le marché est important, alors l'équilibre

¹ Hoernig [2002] montre qu'il existe une infinité de stratégies mixtes d'équilibre ayant comme support l'intervalle de prix en stratégies pures.

correspond à un intervalle de prix, mais la limite inférieure de cet intervalle est le prix de l'issue de concurrence.

Cette analyse montre que lorsque les capacités de production des offreurs sont illimitées et lorsque la production se réalise « à la demande » (marché à la Bertrand) il existe au moins un équilibre de Nash. L'issue d'équilibre est unique dans le cas des coûts marginaux constants et elle coïncide avec l'issue concurrentielle. Les issues d'équilibre sont multiples sur les marchés sur lesquels la fonction de coût marginal est en forme de U et l'issue de concurrence fait partie de ces issues. Le problème de l'inexistence de l'équilibre est « résolu » dans ce contexte de marché au prix de la liberté individuelle de chaque offreur à contracter. Le fait que sur ces marchés il existe au moins un équilibre, ne devrait atténuer en rien la portée des analyses précédentes. Au contraire, ce résultat renforce le sentiment que, sur un marché décentralisé, l'existence d'un équilibre semble incompatible avec l'idée d'une concurrence pure et parfaite.

Conclusion

Ce chapitre a cherché à présenter le mode de fonctionnement d'un marché décentralisé à concurrence « parfaite » à travers une exploration analytique.

La première observation faite a été qu'il n'existe pas qu'un seul contexte de marché décentralisé mais plusieurs, qui se distinguent entre eux par le fait que la production a lieu en même temps que l'affichage des prix (« production anticipée ») ou après l'affichage des prix (« production sur commande »), par la forme du coût marginal (en forme de U ou constante) et même par la forme de concurrence (libre ou « à la Bertrand »). Chacun des contextes de marchés qui résultent de cette classification a été analysé du point de vue de la question de l'existence d'un équilibre.

Nous avons montré que, sur la plupart des marchés avec concurrence « libre », **lorsque les fonctions de demande et d'offre sont continues, il n'existe pas d'équilibre sur ces marchés.** En revanche, lorsque **les fonctions de demande et de coût marginal sont discrètes,** l'on ne peut plus analyser ces contextes de marché de manière générale et l'on devrait étudier

chaque type de marché séparément. Toutefois, sur ce marché, l'un des trois types d'issues suivantes peut émerger : l'équilibre de Nash n'existe pas, l'équilibre de Nash existe et coïncide avec l'issue de concurrence, l'équilibre de Nash existe et ne coïncide avec l'issue de concurrence. La croyance selon laquelle la concurrence devrait mener le marché vers un point d'optimum social est vérifiée sur un marché de concurrence « à la Bertrand » et fonction de coût marginal constante. Elle est en revanche réfutée sur un marché avec concurrence à la Bertrand et fonction de coût marginal en forme de U. Sur ce marché les équilibres de Nash sont multiples. Toutefois, la forme de concurrence sur ces marchés est en contradiction avec l'hypothèse de la liberté d'action des offreurs.

Mais s'il n'y a pas d'équilibre sur les marchés à prix affichés, comment fonctionnent de tels marchés ? Puisque le marché à prix affichés et à demande fluide ne comporte pas de point d'équilibre au sens que les économistes donnent à ce terme, on semblerait être « les pieds » dans le vide... Quel type d'issue peut on voir raisonnablement apparaître ?

L'économie expérimentale est ici d'une totale utilité pour répondre à ces interrogations : reconstituant en laboratoire les conditions de la concurrence parfaite, elle offre un terrain d'exploration du comportement des offreurs et des évolutions auxquelles ceux-ci aboutissent.

CHAPITRE 2. LE MARCHÉ A PRIX AFFICHES : APPROCHE EXPERIMENTALE

Ce chapitre poursuit l'étude d'un marché à prix affichés en s'appuyant sur les résultats obtenus dans les expérimentations réalisées durant les quarante dernières années. La méthode expérimentale semble particulièrement adaptée à l'étude du processus de convergence des prix (s'il devait en exister un) car ce processus exige que les conditions de marché restent constantes pendant un nombre relativement élevé de périodes. Ceci est le cas des marchés expérimentaux sur lesquels les conditions de production et d'écoulement du produit restent inchangées pendant toute la durée de l'expérimentation. De plus, les organisateurs peuvent également contrôler l'arrivée ou non de facteurs extérieurs qui peuvent perturber les processus étudiés. La tradition des expérimentations de marché¹ a été lancée par Chamberlin [1948] qui a proposé un modèle stylisé d'une négociation multilatérale. Néanmoins, le succès connu par cette branche des expérimentations est surtout dû aux travaux de Smith [1962], [1965]. La principale institution de marché étudiée dans ces travaux est le marché à double enchère publique². L'un des résultats les plus importants obtenus par Smith, qui lui a valu le prix de la banque de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel en 2002, est d'avoir montré que les prix moyens observés lors des expérimentations convergeaient de manière robuste vers le prix de l'issue concurrentielle du marché à partir duquel le protocole expérimental est construit³. Dans ces expérimentations les transactions effectuées en l'absence d'un commissaire priseur aboutissent à l'issue à laquelle elles aboutiraient si elles prenaient place sur un marché centralisé.

¹ La méthode expérimentale s'étend à de nombreux domaines : les préférences individuelles, les marchés des biens, les marchés d'actifs, les enchères et même à des sujets macroéconomiques ou politiques (comme le système de vote).

² Le marché à double enchère publique représente la version stylisée d'un marché de « bourse » pour un bien homogène et périssable (comme les bestiaux ou les produits agricoles frais). Sur ce marché, acheteurs et offreurs sont des « faiseurs » de prix et un accord est conclu une fois que l'un des opérateurs accepte le prix crié par un autre. La première section de ce chapitre présente les principaux résultats obtenus sur ce marché.

³ Nous appelons « issue concurrentielle » la situation dans laquelle l'ensemble des offreurs parviennent à écouler leur production à son coût marginal et dans laquelle la demande est entièrement satisfaite.

De plus, les conditions dans lesquelles les marchés de double enchère convergent vers cette issue sont moins exigeantes que celles requises normalement par la théorie économique. Sur les marchés expérimentaux les participants sont, souvent, en nombre limité¹, ne disposent que des informations concernant leurs propres coûts de production ou leurs valeurs de réserve, qu'ils ne peuvent pas divulguer aux autres.

Le programme de recherche qui consistait à montrer l'équivalence, du point de vue de l'issue finale, entre un marché décentralisé et un marché centralisé semblait avoir reçu un argument puissant. Le seul problème est que ce résultat est fortement lié à l'institution de marché sur lequel il a été obtenu : le marché à double enchère publique justement.

Dès les années 1970 une partie des travaux a été consacrée à l'analyse expérimentale des marchés à prix affichés². Cette première vague d'expérimentations a été réalisée à la suite des expérimentations organisées sur un marché à double enchère publique. Le fil conducteur de ces études était donc de savoir si les prix observés convergeaient ou non vers l'issue concurrentielle.

Les premières expérimentations conduites sur ces marchés (dans les années 1970-1980) montrent que, du point de vue des résultats obtenus, les deux marchés, à double enchère publique et à prix affichés, sont partiellement « équivalents ». Le processus de convergence des prix sur le marché à prix affichés est toutefois plus lent que sur un marché à double enchère publique et les prix affichés sont plus élevés que le prix de l'issue concurrentielle. De plus, une partie des contrats possibles ne sont pas conclus.

Or, au moment où la plupart des expérimentateurs s'accordaient pour dire que le marché à prix affichés convergeait tant bien que mal vers cette issue, une étude de Ketcham, Smith et Williams [1984] est venue jeter un doute sur cette conclusion. Ceux-ci montraient en effet que sur un marché à prix affichés sur lequel l'équilibre de Nash existe et ne coïncide pas avec l'issue concurrentielle, les prix convergeaient vers le prix de l'équilibre de Nash. Avec cet article, le débat théorique concernant l'existence d'un équilibre de Nash dans le jeu simple et sa capacité d'être atteinte s'étend aux expérimentations. Ce chapitre présente une partie des conclusions des études menées sur ce sujet.

La première section présente brièvement les résultats obtenus lors de la première vague d'expérimentations. La deuxième section présente les résultats obtenus par les

¹ La plupart des expérimentations ont été organisées avec 4 vendeurs et 4 acheteurs.

² A quelques exceptions près, la production sur ces marchés est « sur commande ». Le mode de production « anticipée » n'a fait que marginalement l'objet d'une étude expérimentale.

expérimentations réalisées lors de la deuxième vague. Ces expérimentations peuvent être regroupées en deux catégories : les marchés analytiques sur lesquels l'équilibre de Nash existe en stratégies pures (la deuxième vague proprement dite) et les marchés sur lesquels il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures (le troisième vague, qui est à ses débuts).

1. La première vague d'expérimentations

Les premières expérimentations de marché apparaissent au début des années 1960. Les résultats de ces travaux sont très prometteurs : ils montrent que les échanges sur un marché décentralisé (le marché à double enchère publique) se réalisent à la même issue à laquelle ils se réaliseraient sur un marché centralisé. Très vite, cette méthode de travail gagne la confiance des économistes qui se lancent dans ce domaine. Leur travail est récompensé dans un premier temps : l'on montre que le processus de convergence est robuste aux différentes conditions des protocoles expérimentaux. Malgré cela, le souci est qu'un centre de ces travaux on trouve un marché, certes, décentralisé, mais dont les règles d'échange n'ont rien à voir avec l'organisation des marchés actuels. Il y a donc un vrai problème lié au réalisme de l'institution de marché testée. C'est dans ce contexte-là qu'apparaissent les premiers travaux sur les marchés à prix affichés (par les offreurs). Leur objectif explicite est de montrer que même sur un marché à prix affichés, les prix convergent vers le prix de l'issue de concurrence. Ces travaux ne font aucun lien avec les travaux analytiques qui traitent de la même institution de marché, même s'ils cherchent à répondre à l'une des plus anciennes questions de la théorie économique. Analyse économique et exploration expérimentale sont dans un premier temps isolées l'une de l'autre.

Cette section se divise en deux parties. La première partie présente le protocole utilisé lors de ces expérimentations. Ce protocole est appelé « mise en situation » car les participants sont identifiés en tant qu'acheteurs ou offreurs. Le mode de construction de ce protocole est le même que ce soit un marché à double enchère publique ou un marché à prix affichés. Ce qui différencie les deux types d'expérimentations sont les règles d'échanges, la manière selon laquelle les échanges se déroulent. La deuxième partie de cette section présente les résultats obtenus dans ces expérimentations.

1.1 *Le protocole expérimental du type « mise en situation »*

Le protocole expérimental est construit en deux parties. La première, invisible aux participants, reconstitue le modèle analytique du marché, c'est-à-dire les fonctions d'offre et de demande (individuelles et totales). La deuxième partie du protocole expérimental est constituée de l'ensemble des règles de transactions. Les participants prennent connaissance de ces règles à travers les instructions qu'ils reçoivent. Ces instructions sont du type « mise en situation » car elles précisent aux participants qu'ils sont des vendeurs (ou des acheteurs) et que leurs stratégies sont les prix¹. Les règles d'échange constituent l'essence de l'institution de marché qui est expérimentée. Deux institutions sont analysées ici : le marché à double enchère publique et le marché à prix affichés. Ces deux institutions diffèrent concernant la manière dont les échanges sont réalisés mais peuvent avoir en commun le même modèle analytique de marché.

Cette section se divise en trois parties. On y présente, d'abord, les instructions communes aux deux institutions de marché étudiées et ensuite, les modes d'organisation des échanges spécifiques pour chaque type de marché.

1.1.1 Les instructions communes aux marchés à double enchère publique et aux marchés à prix affichés

Au début de l'expérimentation un tirage au sort détermine le rôle de chacun des participants : acheteur ou vendeur. Les acheteurs reçoivent une carte sur laquelle sont marquées les valeurs de réserve pour chaque unité du bien. Ces valeurs constituent une information privée pour chacun des acheteurs et ne peuvent pas être communiquées aux autres participants. Les valeurs de réserves d'un acheteur sont différentes d'une unité à l'autre. Les valeurs de réserve de chacune des unités consommées sont aussi différentes d'un acheteur à l'autre.

Un acheteur quelconque souhaite acquérir une unité du bien si le prix est au plus égal à la valeur inscrite sur sa carte. Le profit « net » obtenu après chaque transaction et qui sert comme base à la rémunération de l'agent est donné par la différence entre la valeur inscrite

¹ Cette précision nous évitera de faire la confusion avec le protocole de type « tableau de profits » présenté dans la section suivante et qui occulte toute association entre l'expérimentation et le marché.

sur la carte et le prix effectivement payé pour chacune des unités achetées¹. Afin d'encourager les agents à réaliser des transactions même à un prix égal à leur valeur de réserve, une commission fixe leur est proposée pour chaque contrat conclu.

La courbe de demande globale du marché est construite à partir des valeurs de réserve des acheteurs. Pour cela, il suffit d'ordonner ces valeurs de la plus grande, à la plus petite. Ce processus est illustré avec le protocole n°1 utilisé par Ketcham, Smith et Williams [1984] pour un marché avec quatre acheteurs :

Tableau 2.1 Valeurs de réserve (en Um) des quatre acheteurs sur un marché expérimental

Acheteur	Unité 1	Unité 2	Unité 3
A₁	5.65	4.6	4.45
A₂	5.4	4.7	4.65
A₃	5.15	4.7	4.55
A₄	4.95	4.75	4.5

Source : Ketcham, Smith et Williams [1984], Protocole n° 1.

Lecture : au prix de 5.65 Um une seule unité du bien est demandée (par l'acheteur A₁). Lorsque le prix diminue à 5.4 Um, une unité supplémentaire s'ajoute à la demande totale.

Chaque vendeur reçoit également une carte sur laquelle sont marqués les coûts de la production de chacune des unités. Ces coûts sont dans la plupart des cas croissants et différents d'un vendeur à l'autre. Pour une unité du bien, un vendeur ne peut pas accepter un prix inférieur à la valeur marquée sur sa carte. La différence entre le prix effectif de vente et le coût de production de l'unité constitue le profit. Comme les acheteurs, les offreurs sont incités à effectuer des transactions à la valeur minimale inscrite sur leurs cartes.

L'ensemble des valeurs des coûts de production, ordonnées par ordre décroissant, donne la courbe d'offre globale du marché. Dans le tableau 2.2 apparaissent les valeurs du coût marginal pour quatre offreurs qui peuvent produire au plus trois unités d'un bien.

¹ Dans les premières expérimentations réalisées, les participants n'étaient pas systématiquement rémunérés (Smith [1962]). Néanmoins, Smith [1965], [1980] montre que la rémunération des participants peut avoir un impact sur les comportements adoptés lors des séances expérimentales et peut donc modifier légèrement les résultats obtenus. La plupart des expérimentations actuelles utilisent une forme ou une autre de récompense : des gains financiers ou des points bonus pour les notes.

Tableau 2. 2 Coûts marginaux des quatre vendeurs sur un marché expérimental

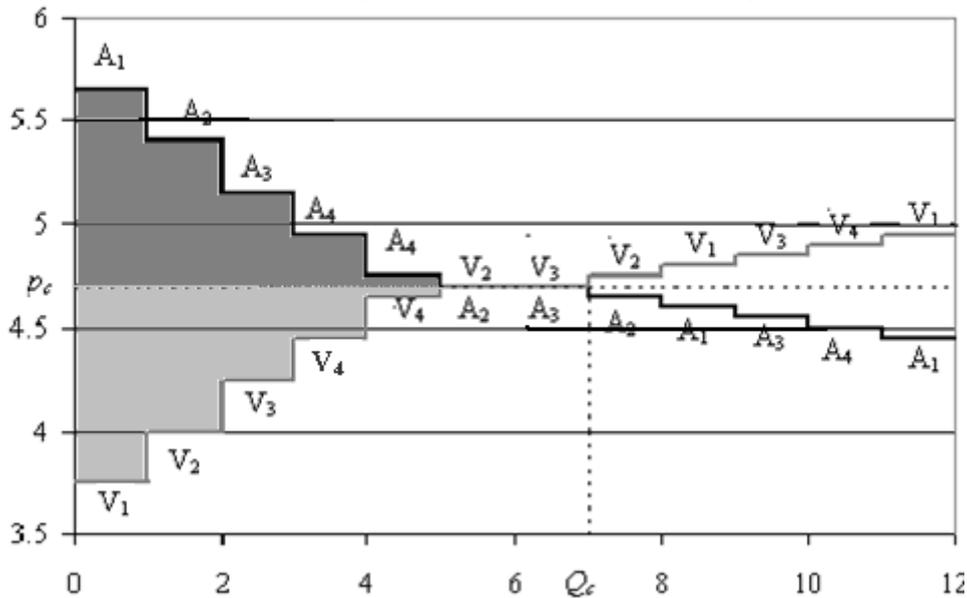
Vendeur	Unité 1	Unité 2	Unité 3
V ₁	3.75	4.8	4.95
V ₂	4	4.7	4.75
V ₃	4.25	4.7	4.85
V ₄	4.45	4.65	4.9

Source : Ketcham, Smith et Williams [1984], Protocole n° 2

Lecture : Au prix de 3.75 Um seul V₁ propose une unité à la vente. Lorsque le prix augmente jusqu'à 4 Um, l'agent V₂ propose lui aussi une unité (l'offre totale est de 2 unités).

Le processus d'agrégation des offres individuelles aboutit à la fonction d'offre représentée dans la figure 2.1. Sur cette figure apparaît également la fonction de demande totale, obtenue par l'agrégation des fonctions de demande individuelles.

Figure 2.1 Courbes de demande et d'offre globales sur un marché hypothétique



Source : Ketcham, Smith et Williams [1984], Protocole n° 1.

Légende : Sur les courbes d'offre et de demande sont marqués les demandeurs et respectivement les offreurs qui demandent (achètent) les unités. En gris clair est représenté le surplus d'échange des demandeurs et en gris foncé le surplus d'échange des offreurs. Le surplus des demandeurs est calculé comme l'aire comprise entre la courbe de demande et la droite du prix de l'issue de concurrence tandis que le surplus des offreurs est calculé par rapport à la courbe d'offre totale.

Le mode de construction des fonctions d'offre et de demande est commun aux deux types d'expérimentations étudiées (double enchère publique ou prix affichés). La manière dont s'effectuent par la suite les transactions sur ces marchés est, en revanche, différente. Dans les

marchés à double enchère publique les propositions de prix émanent autant des vendeurs que des acheteurs. Dans un marché à prix affichés, seuls les offreurs font des propositions de prix.

1.1.2 Organisation des marchés à double enchère publique

Ce type d'expérimentation a été introduit par Smith [1962] et jusque dans les années 1980, les expérimentations ont été réalisées oralement. Au début des années 1980 Arlington W. Williams développe une plateforme informatique (PLATO) qui a permis de réaliser les sessions expérimentales avec un important gain de temps. Puisque les résultats obtenus grâce au support informatique ont été qualitativement identiques aux résultats obtenus lors des sessions orales, cette méthode d'organisation des expérimentations s'est imposée par la suite¹. Dans le protocole proposé tous les participants au marché sont isolés devant un écran d'ordinateur sur lequel sont affichés les valeurs de réserve (ou de coût marginal, selon le cas) pour chaque unité du bien. L'agent, peut, s'il le désire, faire une proposition de prix pour une unité du bien². Un mécanisme de contrôle vérifie d'abord que toute proposition de prix est « rentable », c'est-à-dire que le prix est au moins égal au coût marginal de l'unité produite, lorsqu'il s'agit d'un offerreur, ou au plus égal à la valeur de réserve, lorsqu'il s'agit d'un acheteur. Si cette condition n'est pas vérifiée, un message s'affiche sur l'écran qui invite le joueur à reconsidérer sa décision. Une fois qu'une proposition passe ce contrôle, elle est communiquée instantanément à tous les participants au marché et reste visible sur leurs ordinateurs pendant 2 ou 3 secondes³. Si d'autres propositions sont faites pendant ce laps de temps, elles sont automatiquement enregistrées par le système informatique qui les place dans une file d'attente par leur ordre d'arrivée. Néanmoins, à un moment donné une seule proposition est visible sur le marché. Ce processus continue jusqu'à ce que l'une des

¹ Voir Ketcham, Smith et Williams [1984] pour une présentation détaillée de ce protocole appliqué à un marché de double enchère publique et à un marché à prix affichés.

² Les unités sont échangées dans l'ordre : pour un offerreur, cela signifie qu'il est tenu de vendre d'abord l'unité pour dont le coût de production est le plus faible tandis qu'un acheteur est tenu d'acquérir, d'abord, l'unité pour laquelle la valeur de réserve est la plus élevée et ainsi de suite.

³ Récemment, Gjerstad [2006] a proposé une série d'expérimentations et de simulations dans lesquelles le temps d'affichage d'une proposition est variable selon qu'elle émane d'un offerreur ou d'un acheteur avec un effet notable sur l'issue observée. Lorsque les acheteurs disposent de plus de temps que les offreurs pour prendre leurs décisions, les prix observés tendent à se stabiliser à un niveau légèrement inférieur au prix de l'issue concurrentielle.

propositions soit acceptée par un joueur¹. A ce moment, le contrat se conclut entre les deux parties et cette information est automatiquement retransmise à tous les autres participants. Une période, dans la version informatisée du marché, dure en général 300 secondes sauf si toutes les unités ont été échangées, et dans ce cas elle se termine avant. Le marché est ensuite re-initialisé pour une nouvelle période.

1.1.3 Organisation des marchés à prix affichés

Sur la plupart des marchés expérimentaux à prix affichés la production est « sur commande ». Nous présentons dans ce qui suit le mode de déroulement des transactions sur ce marché et nous reviendrons, lorsque ce serait nécessaire, avec des précisions concernant les échanges réalisés sur le marché à production « anticipée ».

Sur ce marché les transactions se déroulent en deux étapes. A la première étape, les offreurs sont invités à proposer le prix de vente et la quantité maximale pour la période en cours². Un prix est accepté par le système informatique s'il est supérieur au coût de la dernière unité proposée. Lorsque tous les offreurs ont pris leurs décisions, ces prix s'affichent sur les écrans de tous les participants au marché.

A la deuxième étape, un acheteur est tiré au hasard et est invité à acheter le nombre d'unités désirées auprès du vendeur de son choix. Bien évidemment, l'acheteur choisit dans ce cas l'offreur qui propose le prix le plus faible et achète toutes les unités désirées. Si le nombre d'unités proposées est plus faible que le nombre d'unités désirées, l'acheteur s'adresse à un autre vendeur, tant que le prix affiché reste inférieur ou égal à la valeur de réserve pour les dernières unités. Lorsque le premier acheteur a fini ses achats, un deuxième est tiré au hasard parmi ceux qui restent et le même processus d'achats continue avec les offreurs qui disposent encore d'unités à vendre. Ce processus continue jusqu'à ce que tous les acheteurs aient fini leurs achats ou jusqu'à ce que il n'y ait plus d'unités à vendre. Dans ces expérimentations, le

¹ Un joueur ayant placé une proposition dans la file d'attente ne peut pas accepter une offre tant que sa proposition n'a pas été affichée sur le marché.

² Un vendeur peut, s'il le désire, rester en dehors du marché pendant une période et il obtient dans cette situation, un profit nul. Certains protocoles (surtout pour les expérimentations déroulés à l'oral) ne prévoient pas une obligation de la part du vendeur à spécifier la quantité maximale. Dans cette situation, l'offreur est tenu de vendre au moins une unité du bien au prix annoncé. Dans d'autres protocoles, cette quantité est considérée comme étant celle pour laquelle le coût marginal est égal au prix.

mécanisme de report de la demande est un mécanisme « aléatoire » (les demandeurs sont servis par ordre d'arrivée sur le marché). A la fin de la période, en fonction du protocole, tous les participants reçoivent un récapitulatif des transactions auxquelles ils ont participé et du profit total réalisé. Après chaque période, le marché est réinitialisé dans les mêmes conditions concernant l'offre et la demande et les transactions s'y déroulent de la même manière¹.

1.2 Les principaux résultats obtenus

Les expérimentations réalisées lors de la première vague peuvent être placées sous le signe de la « main invisible ». L'objectif principal de ces expérimentations est de montrer que les échanges sont conduits, sur les marchés décentralisés, vers le point de l'issue de concurrence. Peu importe que cette issue soit un équilibre analytique ou non, l'important est de s'y retrouver à la fin des périodes. D'ailleurs, la question de l'analyse de l'issue d'équilibre analytique ne se pose même pas pour ces expérimentations. Dans une note en bas de page de leur article de 1990, Cason et Williams plaident même contre l'usage des concepts « analytiques », tels l'équilibre de Nash pour interpréter les résultats des expérimentations².

« En particulier, l'usage des analyses développées par la théorie des jeux dans les expérimentations semble inappropriée. La plupart des résultats de la théorie des jeux, allant de l'équilibre de Nash, jusqu'à des concepts plus sophistiqués, dépendent crucialement de l'hypothèse que les paiements (et les matrices de paiement) soient information publique. Cette hypothèse est clairement violée dans ces expérimentations (...) ».

Cason et Williams [1990], p. 334 (notre traduction)

¹ Le nombre total de périodes varie d'une expérimentation à l'autre. Sous PLATO, le nombre maximal de périodes est de 25.

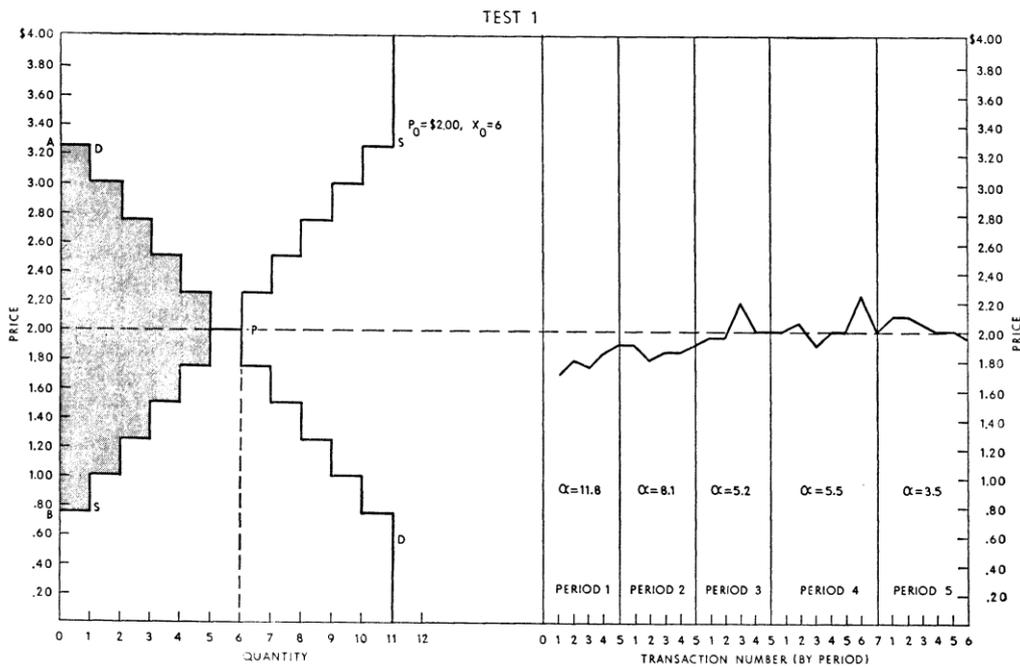
² L'argument principal étant que les participants dans ces expérimentations ne connaissent pas l'ensemble des paiements sur le marché pourrait être facilement contourné, et il l'est de fait, dans certaines expérimentations, lorsque les participants sont munis de la matrice des gains dans les jeux, où lorsqu'ils connaissent les fonctions de production et d'écoulement du bien (nous reviendrons sur ce point dans la deuxième section). Mais, ce qui nous fait penser que cet argument n'est pas acceptable est plutôt le fait qu'il est incompatible avec l'un des objectifs de la démarche expérimental qui est de voir si des résultats analytiques peuvent être produits sur les marchés expérimentaux, dans des conditions moins restrictives que es conditions théoriques... Refuser de savoir s'il y a concordance ou non entre les résultats analytiques et les résultats expérimentaux ne nous paraît une bonne démarche à suivre.

Les premières expérimentations ont été réalisées sur les marchés à double enchère publique et les résultats obtenus sont présentés dans le premier paragraphe de cette section. Les résultats obtenus sur les marchés à prix affichés sont présentés dans le paragraphe suivant.

1.2.1 Les marchés à double enchère publique : robustesse du phénomène de convergence vers l'issue de concurrence

Lorsque Smith [1962] a réalisé la première série d'expérimentations sur ce marché, plusieurs pistes de recherche ont été avancées. Parmi ces pistes, la plus séduisante était sans doute celle de montrer qu'un marché décentralisé convergeait de manière stable vers le prix de l'issue concurrentielle. Cette capacité des marchés à produire une issue optimale s'exprime à travers l'écart entre les prix des contrats conclus et le prix de l'issue concurrentielle. Plus cet écart est faible, plus les prix des transactions se rapprochent du prix de l'issue concurrentielle. La figure 2.2 reproduit l'évolution des prix des transactions conclues pendant 5 périodes dans l'une des expérimentations de Smith [1962]. Dans la partie gauche sont représentées les fonctions d'offre et de demande globales sur le marché ainsi que l'issue concurrentielle qui résulte de leur intersection. Comme on peut le constater, les prix ont tendance à se stabiliser à la fin de chaque période autour de cette issue.

Figure 2.2 Evolution des prix des transactions dans une expérimentation réalisée par Smith [1962]



Source : Smith [1962]

Légende : le prix de l'issue de concurrence est égal à 2 et la quantité totale produite et écoulee à ce prix est de 6 unités. L'indicateur α est égal à l'écart entre les prix des transactions et le prix de l'issue de concurrence.

Dans les premières expérimentations réalisées par Smith la convergence des prix de marchés vers le prix de l'issue concurrentielle a été observée dans un contexte de marché avec un nombre total d'agents compris entre 20 et 28 et avec information privée (les agents connaissent uniquement leurs propres valeurs de réserve ou de coût marginal).

Si on resitue ce résultat dans l'ensemble de la littérature développée autour de l'issue observée à l'équilibre sur un marché décentralisé, on comprend mieux la portée des travaux de Smith : un marché sur lequel les participants, des étudiants en sciences économiques ou en gestion, interagissent directement les uns avec les autres (le commissaire priseur disparaît du marché) dans des conditions d'information et de nombre moins restrictives que celles prévues par l'analyse économique aboutit à l'équilibre concurrentiel. Ce marché a toutes les propriétés qui avait été obtenues sur un marché d'inspiration walrasienne : équilibre stable, extraction (presque) complète du surplus de l'échange¹. Ce résultat a été confirmé par un nombre

¹ L'extraction du surplus de l'échange (l'aire comprise entre le prix et la courbe de demande, pour les acheteurs et la courbe d'offre pour les offreurs - revoir le Graphique 2.1 pour une représentation des deux surplus) se calcule comme la rapport entre la somme des profits des transactions effectivement enregistrés effectivement sur le marché et la somme des profits qui auraient été obtenus si toutes les transactions avaient été conclues au prix de l'issue concurrentielle.

important d'expérimentations réalisées depuis. Vingt ans après la publication des premières expérimentations, Smith [1982] réalise un survol des principaux résultats obtenus dans cet intervalle de temps. De nombreuses études plus récentes (Davis et Holt [1993], Holt [1995], Plott [1989], Noussair et Ruffieux [2002], Eber et Willinger [2005]) ont réaffirmé les propriétés d'efficience de ces marchés.

Les analyses réalisées sur ce marché ont montré que la convergence des prix et des quantités vers l'issue concurrentielle est acquise de manière stable, au bout de seulement 3 ou 4 périodes de marché. Cette durée peut être plus courte lorsque les agents détiennent une expérience préalable du protocole de marché¹. De plus, dès la première période, la tendance générale de l'évolution des prix et des quantités semble écarter de manière systématique l'idée que ces variables pourraient s'approcher d'une issue de monopole ou de monopsonne (Isaac et Plott [1981], Smith [1962], [1964], [1965], Smith et Williams [1981]).

La convergence des marchés expérimentaux vers l'issue concurrentielle a été confirmée même dans des conditions encore moins contraignantes que ce qui était prévu par les travaux analytiques. Dès lors que le nombre total d'agents, sur un marché, est de 8 (4 acheteurs et 4 offreurs) les prix des contrats conclus convergent vers l'issue concurrentielle. Smith et Williams [2000] ont montré qu'il faut au moins deux offreurs pour que les prix convergent vers le prix de l'issue concurrentielle. Même dans un cas de figure très extrême, avec un seul offreur et 5 acheteurs, les prix ne convergent pas vers l'issue de monopole. De plus, dans cette expérimentation, lors de certaines séances, les marchés convergent vers l'issue concurrentielle. Si l'issue de monopole n'arrive pas à s'imposer sur ce marché, c'est qu'une partie des acheteurs font « grève des achats », c'est-à-dire, qu'ils refusent d'acheter à des prix trop élevés. Cette attitude peut forcer un vendeur à baisser son prix dans la proximité de l'issue concurrentielle.

Les prix des transactions semblent être influencés par le partage du surplus théorique entre les offreurs et les acheteurs. Lorsque le surplus théorique des acheteurs est plus élevé que celui des offreurs, Smith [1982] montre que les prix des transactions intermédiaires sont supérieurs au prix de l'issue concurrentielle. Le sens de l'évolution de la convergence des prix est inversé lorsque ce sont les offreurs qui tirent un avantage en situation d'équilibre. Smith

¹ Les personnes ont déjà participé à des séances expérimentales sur un marché à double enchère publique mais avec des valeurs de réserve (ou de coût) différentes. Les protocoles utilisés précisent très rarement si ces personnes participent avec le même rôle sur le marché (vendeur ou acheteur) ou non. Dans quelques sources, il est précisé que les personnes re-contactées sont celles qui avaient obtenu de bons résultats lors des séances précédentes et qui s'étaient montrées très motivées pendant les séances.

explique ce résultat en avançant l'hypothèse que les agents en position favorable à l'équilibre concurrentiel sont plus enclins à faire des concessions lors de l'affichage des prix dans les phases intermédiaires.

Dans les situations où le protocole expérimental prévoit de donner à une partie des agents (soit les offreurs, soit les acheteurs) la possibilité de discuter de leurs stratégies (avant la première période ou entre deux périodes successives), les prix se stabilisent à un niveau intermédiaire entre l'issue de monopole (ou de monopsonie) et l'issue concurrentielle (Isaac, Plott [1981])¹.

D'autres expérimentations ont montré que les informations reçues par les agents après chaque période peuvent être une variable importante du protocole expérimental. Joyce [1984] s'est intéressé au rôle de l'affichage des prix après chaque transaction effectuée. Quand les agents disposent de ces informations, les résultats sont meilleurs : processus de convergence plus rapide, variance plus faible entre les prix enregistrés par les diverses transactions.

Une autre partie des études réalisées se sont penchés sur les mécanismes d'échange d'information sur les marchés expérimentaux. Sur un marché à double enchère, ce mécanisme passe par les propositions envoyées et pas nécessairement acceptées. Noussair, Robin et Ruffieux [1998] étudient l'impact de cette variable en introduisant un coût pour chaque offre transmise. Comme on peut s'y attendre, le nombre de propositions envoyées est plus faible, sans que cela ait un effet sur la convergence des prix observés vers l'équilibre concurrentiel. Le principal effet de l'introduction d'un coût pour la soumission de propositions est l'élimination des propositions non pertinentes et l'augmentation de la qualité des informations envoyées.

Le fonctionnement d'un marché à double enchère publique a également été testé pour des situations dans lesquelles les interactions sont soit entre des étudiants et des automates, soit uniquement entre des automates. L'étude de Gjerstad [2006] montre que les prix se stabilisent sur ces marchés dans la proximité de l'équilibre concurrentiel, quelle que soit la composition en agents sur les marchés.

Gode et Sunder [1993] ont utilisé ce type de protocole dans une série de simulations avec des automates dotés d'une « intelligence zéro ». Les propositions de prix et de quantités sont données par un tirage aléatoire dans l'espace des prix et des quantités possibles. La seule

¹ Néanmoins, les agents qui se trouvent dans cette position ne tirent qu'un bénéfice réel assez faible : les profits obtenus sont en dessous des profits qu'ils auraient obtenus s'ils avaient réalisées toutes leurs transactions au prix de l'issue concurrentielle.

contrainte imposée était que chaque couple prix quantité devait être « rationnelle » au sens économique large (le coût marginal de la quantité produite devait être inférieur ou égal au prix proposé). Les transactions se déroulent par la suite selon les règles connues d'un marché à double enchère publique. Dans la plupart des marchés simulés une partie importante des échanges sont conclus à des prix au voisinage de l'équilibre concurrentiel. Les auteurs de cette étude concluent alors que le phénomène de convergence des marchés à l'équilibre concurrentiel serait intrinsèque au marché, qu'il tiendrait uniquement aux règles de transaction et non pas à la « rationalité » des agents. Les prix convergent vers le prix de l'issue de concurrence parce que les participants sur ces marchés sont tenus d'échanger les différentes unités du bien dans l'ordre (ordre croissant des coûts de production pour les offreurs et ordre décroissant du désir de consommation pour les acheteurs) et parce que les échanges « irrationnels » (prix inférieur au coût marginal pour les offreurs et prix supérieur à la valeur de réserve pour les acheteurs) sont interdits. On pourrait rétorquer aussi que dans ces expérimentations, les règles d'échange ne sont pas « intrinsèques » au marché mais plutôt induites par le protocole expérimental car rien n'a été démontré sur la capacité des offreurs à respecter, par exemple, la règle « minimale » de rationalité économique qui consiste, pour un offreur, à ne pas produire plus que la quantité dont le coût marginal égalise le prix affiché¹.

La convergence des marchés à double enchère publique semble robuste aux variations de protocoles testées. Les prix des contrats conclus sur ce marché se situent au voisinage du prix de l'issue concurrentielle, l'optimum de Pareto. Pourquoi les économistes ne se sont-ils pas contentés de ces résultats pour conclure, une bonne fois pour toutes, qu'un marché décentralisé à concurrence parfaite converge vers le prix de l'issue de concurrence ?

Premièrement, c'est par ce que le mode d'organisation du marché à double enchère publique ne semble pas adapté à décrire le mode d'organisation des échanges sur un marché capitalistique de nos jours (il semble plutôt décrire le mode d'organisation des échanges sur un marché de vivres médiéval). Si l'on veut garder un minimum de « réalisme » dans la démarche, alors il faut représenter les marchés sous leur mode d'organisation actuel. Il s'agit de représenter un marché sur lequel seuls les offreurs font des propositions de prix et ces propositions restent fixes pendant tous les échanges conclus lors d'une période...

¹ D'ailleurs, d'autres analyses expérimentales plus récentes remettent en cause l'explication fournie par Gode et Sunder (voir par exemple Brewer et al [2002] et Gjerstad et Shachat [2007]).

Deuxièmement, il y a une raison de nature « économique » qui explique l'intérêt qu'on a à étudier le contexte d'un marché à prix affichés : en supposant que les prix affichés restent inchangés pendant les transactions, le modèle de marché permet de réaliser d'importantes économies de coûts de négociation.

Le paragraphe suivant présente les résultats obtenus lors de cette première vague d'expérimentations réalisées sur le marché à prix affichés.

1.2.2 Les marchés à prix affichés : convergence plus lente vers l'issue de concurrence

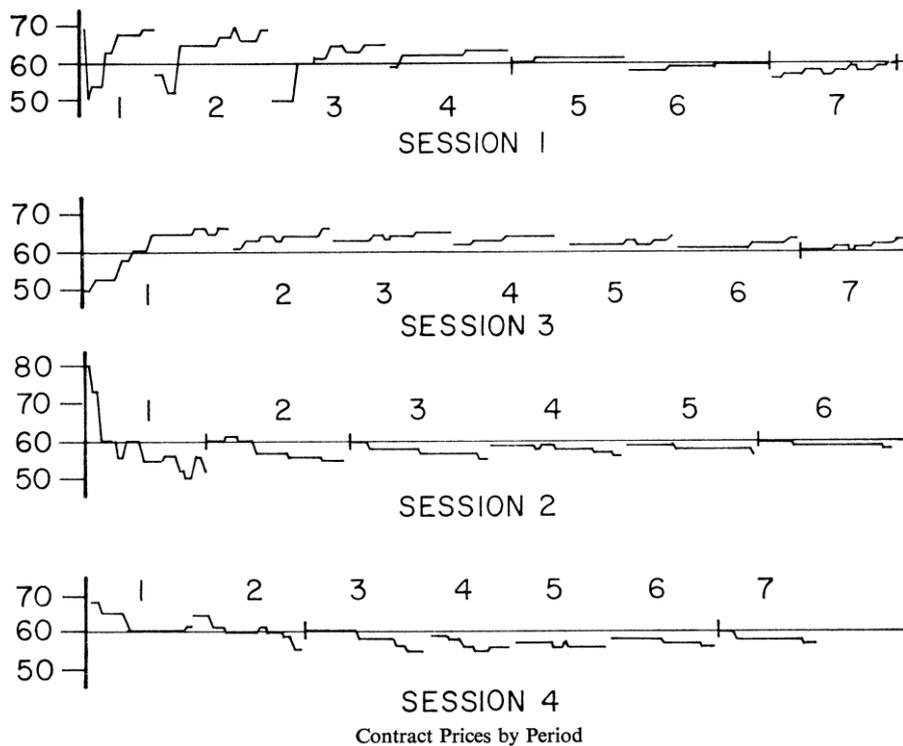
Les premières expérimentations sur un marché à prix affichés ont été réalisées par Williams [1973] dans le but d'offrir une référence pour des comparaisons avec les marchés à double enchère publique¹. L'objectif de comparer les résultats obtenus dans les deux institutions de marchés a été clairement affiché par la plupart des expérimentations réalisées durant cette période. D'ailleurs, la plupart des analyses comportent deux parties distinctes dans lesquelles le même modèle analytique de marché est expérimenté successivement avec les règles d'échange qui correspondent aux deux institutions. Il nous semble que lors de cette période, le seul objectif était de voir si les marchés à prix affichés pouvaient être aussi performants que les marchés à doubles enchères publiques. Les résultats obtenus montrent que les **prix observés sur les marchés à prix affichés convergent eux aussi vers le prix de l'issue concurrentielle**. Néanmoins, par rapport au processus de convergence des prix du marché de doubles enchères publiques, ce processus est plus lent sur un marché à prix affichés. Lors des premiers travaux réalisés sur le marché à prix affichés la production étaient « sur commande » : les offreurs ne produisent que les unités qu'ils sont sûrs de pouvoir écouler.

Les premiers résultats obtenus sur ce marché font état d'une convergence des prix individuels (mais aussi des prix moyens par période) vers l'issue concurrentielle (Williams [1973] ; Cook, Veendorp [1975], Hong, Plott [1982]). Pendant le processus de convergence, ces prix sont au dessus du prix de l'issue concurrentielle, mais l'écart diminue au fur et à mesure. Cook et

¹ Remarquons toutefois, qu'avant Williams il y avait eu, de la part de Smith [1964], une autre tentative de modélisation d'un marché à prix affichés, sous la forme d'un marché d'enchère simple sur lequel seuls les offreurs font des propositions de prix. Sur ce marché, les prix proposés peuvent être modifiés pendant une période si les offreurs ne trouvent pas de preneurs. A la surprise de Smith, les prix observés sur ce marché étaient plus faibles que les prix observés sur un marché à double enchère publique.

Veendorp [1975] et Cason et Williams [1990] rapportent que dans certains cas les prix augmentent pendant les premières périodes mais ils diminuent par la suite, pour se situer à un niveau très proche de l'issue concurrentielle. De plus, les prix individuels des transactions ont tendance à s'homogénéiser pendant les périodes. Comme dans un marché à double enchère publique, ce résultat a été obtenu dans des conditions moins contraignantes que les conditions théoriques du point de vue du nombre d'agents sur le marché et de la quantité d'information nécessaire.

Figure 2.3 Evolution des prix des transactions dans 4 sessions expérimentales organisées par Williams [1973] avec des étudiants à la place des acheteurs



Source : Williams [1973]

Légende : dans cette expérimentation le prix de l'issue de concurrence est égal à 60. Les prix auxquels les contrats ont été conclus convergent, au fil des périodes vers le prix de l'issue de concurrence.

Comme sur un marché à double enchère publique, les participants ne disposent que d'une information privée. Les offreurs sont informés, à la fin de chaque période, des prix pratiqués par leurs adversaires. En règle générale, ces informations ne concernent pas les quantités effectivement vendues. Les acheteurs n'ont aucune information sur les autres contrats

conclus. De plus, le nombre total d'agents dans le marché est relativement faible. La plupart des expérimentations ont été réalisées avec seulement 8 agents : 4 acheteurs et 4 vendeurs¹.

Les résultats obtenus par les agents sur un marché à prix affichés sont en général moins bons que les résultats obtenus sur un marché à double enchère publique. L'indicateur utilisé est le rapport entre les profits réalisés et les profits qui auraient été obtenus si les agents avaient conclu les transactions au prix de l'issue concurrentielle. Cet indicateur peut atteindre, pour un marché de double enchère publique, 100% tandis qu'il est beaucoup plus faible pour un marché à prix affichés.

Le processus de convergence des prix observés vers le prix de l'issue concurrentielle est assez lent sur un marché à prix affichés. Williams [1973] et Cook et Veendorp [1975] observent que même au bout de 6 ou 7 périodes les marchés ne sont pas complètement stabilisés². Isaac, Ramey et Williams [1984] montrent qu'au bout de la huitième période les prix des transactions se situent dans un intervalle proche de l'issue concurrentielle et varient très peu par la suite³. Dans tous les cas, les marchés expérimentaux se stabilisent au bout de 20 périodes.

La présence des automates à la place des acheteurs semble avoir un effet léger sur l'issue finale observée sur les marchés expérimentaux à prix affichés. Même si les situations de « grève des achats » sont relativement rares⁴, il se peut que la présence des automates modifie

¹ L'une des expérimentations de Cook et Veendorp [1975] et toutes les expérimentations de Isaac, Ramey et Williams [1984], ainsi que l'expérimentation de Cason et Williams [1990] ont été réalisées avec 4 offreurs. Bien évidemment, ce résultat a été confirmé par des expérimentations dans lesquelles le nombre d'offeurs était plus élevé : 10 (Cook, Veendorp [1975]), entre 7 et 10 (Williams [1973]) et 6 (Davis et Williams [1986]).

² C'est suite à ce constat que Williams [1973] propose de refaire des expérimentations avec une demande simulée par l'ordinateur, afin d'éliminer tout phénomène de « grève des achats ».

³ Cason et Williams [1990] et Davis, Harrison et Williams [1993] font remarquer qu'il a deux indicateurs distincts pour la durée du processus de convergence dont résultent deux interprétations différentes. Si on choisit le nombre de périodes nécessaires pour que le processus de convergence soit complet, alors ce processus est plus long sur un marché à prix affichés par rapport à un marché à double enchère publique. En revanche, si on choisit le temps de jeu effectif (le nombre de minutes de jeu, par exemple), alors ce processus est plus rapide sur un marché à prix affichés que sur un marché à double enchère publique.

⁴ Le phénomène de « grève d'achat » se constate en moyenne dans 5% des transactions réalisées (Davis et Williams [1986] ; Davis, Harrison et Williams [1993]) et peut surgir lorsque les prix proposés sont égaux aux valeurs de réserve marginales nettes de la commission payée pour chaque transaction réalisée. Dans les expérimentations qui utilisent des automates à la place des joueurs (Williams [1973], Cook, Veendorp [1975],

le comportement des offreurs sur le marché. Il semblerait que les prix des transactions convergent moins rapidement vers le prix de l'issue de concurrence lorsque les offreurs sont informés qu'ils jouent contre des ordinateurs, même s'ils ne connaissent pas le comportement adopté par les automates (Davis, Williams [1991]¹).

Le processus de convergence des prix semble être peu influencé par les inégalités dans le partage du surplus à l'équilibre. Davis et Williams [1986] et Cason et Williams [1990] montrent que pendant la phase de convergence, les prix des transactions sont supérieurs au prix de l'issue concurrentielle, quel que soit le partage du surplus à l'équilibre. Néanmoins, lorsque, à l'issue de concurrence, le surplus des acheteurs est supérieur au surplus des offreurs, la convergence est encore plus lente et l'écart entre les prix des transactions et le prix de l'issue concurrentielle augmente.

D'autres expérimentations ont étudié l'issue observée sur un marché sur lequel il y a un offreur unique. Isaac, Ramey et Williams [1984] montrent que les prix affichés sur ces marchés sont plus proches du prix de l'issue de monopole que du prix de l'issue de concurrence². Par ailleurs, les mêmes auteurs observent une convergence des prix vers une issue de quasi cartel lorsque les offreurs ont la possibilité de communiquer entre eux. La communication est dans ce cas informelle (« *cheap talk* », en anglais) : les accords conclus ne sont pas contraignants et tout paiement entre les joueurs en dehors des gains obtenus dans les échanges est interdit. Les prix convergent vers une autre issue que l'issue concurrentielle dans quatre cas sur six. Dans les marchés expérimentaux de double enchère publique organisés selon les mêmes protocoles toutes les tentatives des offreurs de maintenir un prix élevé se soldent par des échecs.

Davis, Williams [1986], Cason, Williams [1990], Davis, Harrison, Williams [1993]), les automates sont programmés pour adopter un comportement « optimal » : acheter tant que le prix affiché est supérieur ou égal à la valeur de réserve marginale.

¹ Les offreurs dans cette expérimentation profitent plus souvent de leur position de « faiseurs de prix » lorsqu'ils savent qu'à la place des acheteurs jouent des automates que lorsque les acheteurs sont des vraies personnes.

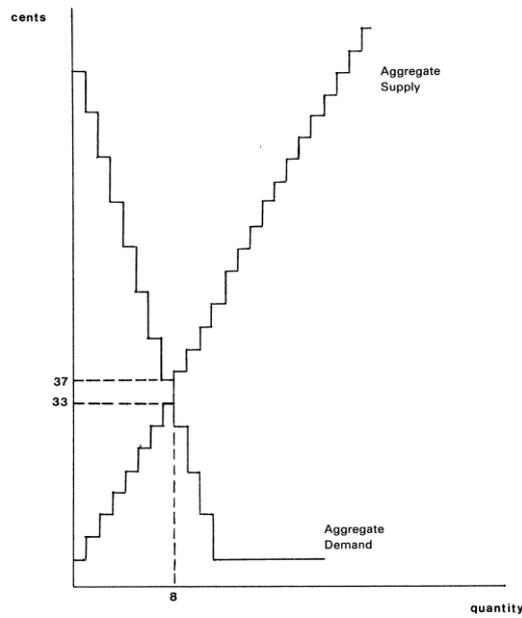
² Cette tendance avait été déjà présentée par Fouraker et Siegel [1963] dans le cadre des expérimentations sur la négociation d'un monopole bilatéral (l'offreur propose le prix de vente et l'acheteur la quantité). Cette tendance est d'autant plus forte lorsque les échanges sont limités à une période unique et dans le cadre d'une information privée.

Le marché à prix affichés et à production « anticipée » a été traité dans une série de travaux par Mestelman et Welland [1987 ; 1988 ; 1991.a ; 1991.b ; 1994]). Par rapport au déroulement d'une expérimentation sur un marché à production « sur commande », il y a deux conditions supplémentaires. Au début de l'expérimentation les joueurs sont dotés d'un capital de jeu qui leur permet de compenser les éventuelles pertes réalisées. Si les pertes cumulées dépassent ce capital, l'offreur est éliminé du marché¹. Ensuite, les demandeurs ne peuvent pas acheter des unités à des prix supérieurs aux valeurs de réserve marginales tandis que les offreurs peuvent proposer un prix même s'il est inférieur au coût de la dernière unité produite. Toutes les expérimentations ont été menées à l'oral. Les participants étaient des étudiants sans aucune expérience préalable avec le protocole de marché. Au cours de chaque période, les participants pouvaient prendre des notes concernant les transactions réalisées (prix de vente et quantités échangées). Ces données restaient affichées sur le tableau pendant trois périodes consécutives. Dans les protocoles utilisés pour ces expérimentations, l'issue concurrentielle n'est pas un équilibre de Nash². Le modèle analytique de ce marché, inspiré par le protocole n°1 utilisé par Ketcham, Smith et Williams [1984] est représenté sur la figure ci-dessous. Comme on peut le voir, l'issue concurrentielle correspond à un intervalle de prix compris entre 33 et 37 Um.

¹ Cette situation s'est produite deux fois, lors d'une série d'expérimentations menées pour déterminer le rôle des inégalités dans le partage du surplus à l'issue concurrentielle [1991.b].

² Les auteurs ne précisent pas s'il existe ou non un équilibre sur le marché.

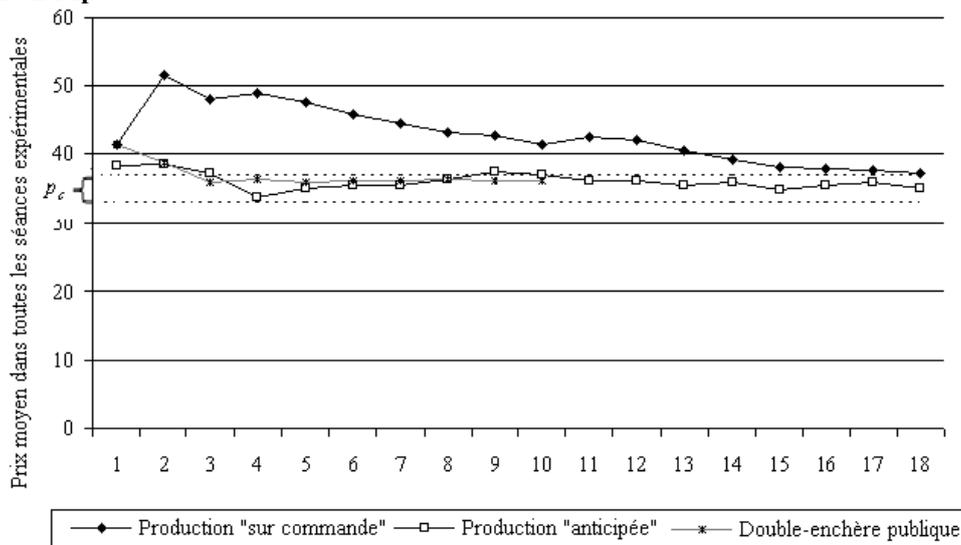
Figure 2.4 Modèle analytique du marché utilisé par Mestelman, Welland



Source : Mestelmann, Welland [1988].

L'adoption du mode de production « anticipée » semble affecter le processus de convergence des prix vers l'issue concurrentielle. Dans ces expérimentations les prix moyens convergent au bout de trois périodes vers l'intervalle des prix de l'issue concurrentielle. Cette vitesse de convergence est similaire à la vitesse de convergence des prix moyens sur un marché à double enchère publique.

Figure 2.5 Evolution des prix moyens observés sur les marchés expérimentaux à prix affichés et production anticipée

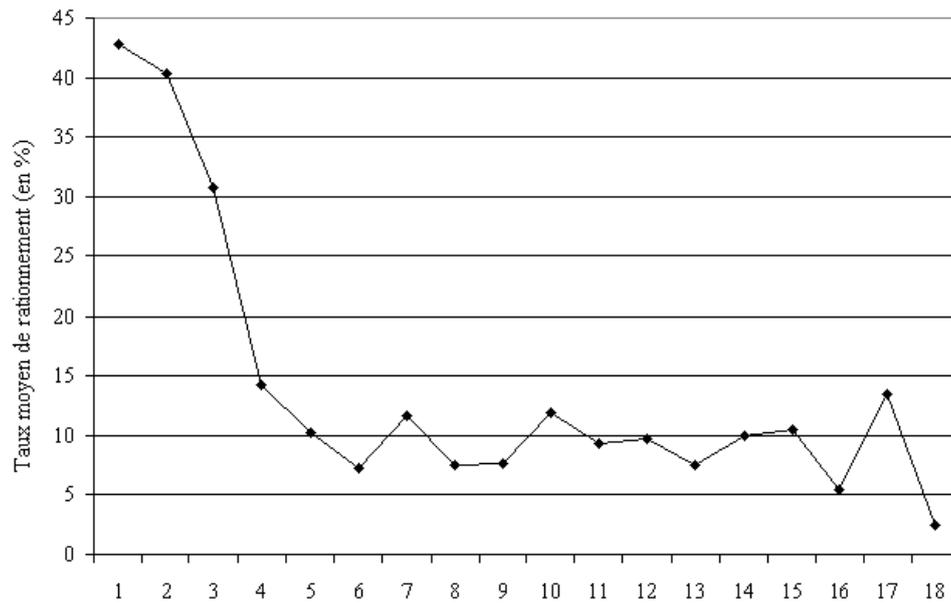


Source : Mestelman, Welland [1988].

Légende : sur cette figure apparaissent les prix moyens calculés à une période donnée sur tous les marchés du même type.

La quantité produite est, lors des premières périodes très au dessus de la quantité effectivement vendue et les pertes subies par une partie des offreurs sont conséquentes. L'intensité moyenne de ce phénomène de « rationnement de l'offre » est mesurée par le rapport entre la part relative des invendues dans la quantité totale produite. Comme on peut le voir sur le graphique ci-dessous, ce phénomène atteint des proportions considérables lors des quatre premières périodes du jeu ; son intensité diminue par la suite.

Figure 2.6 Evolution du phénomène de rationnement moyen dans les expérimentations menées par Mestelman et Welland [1988]

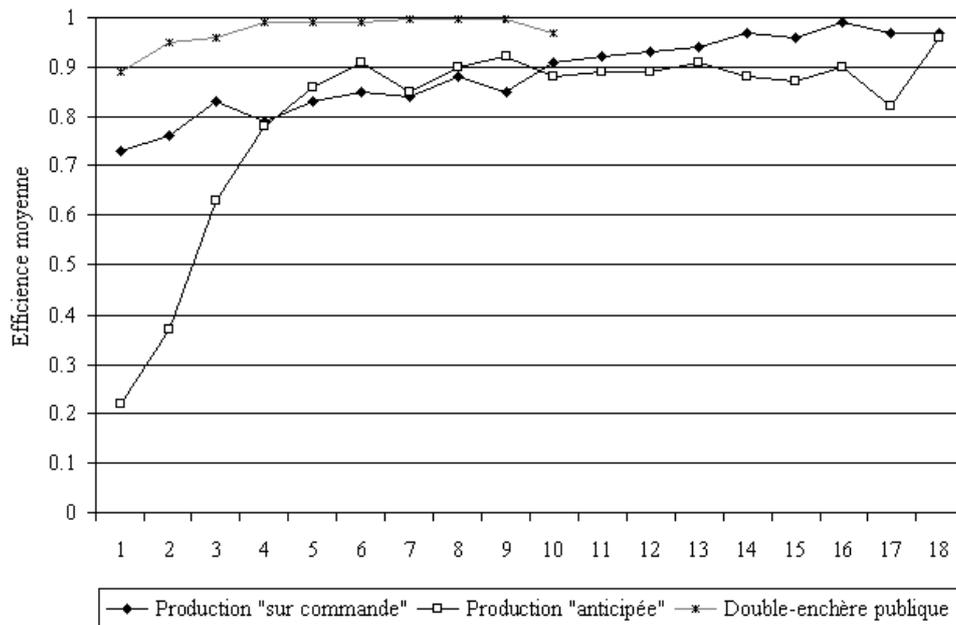


Source : Mestelmann, Welland [1988].

Etant donné l'évolution des ventes, l'efficacité du marché lors des quatre premières périodes de jeu est très faible¹. Néanmoins, son niveau moyen est comparable aux niveaux moyens atteints par les autres marchés testés (double enchère publique, marché à prix affichés avec production « sur commande »). L'évolution de cet indicateur sur les marchés est représentée sur la figure 2.7.

¹ L'efficacité sur un marché à une période donnée est calculée comme le rapport entre les profits obtenus par les offreurs et les profits qui aurait été obtenus si les joueurs avaient adopté la politique de l'issue de concurrence.

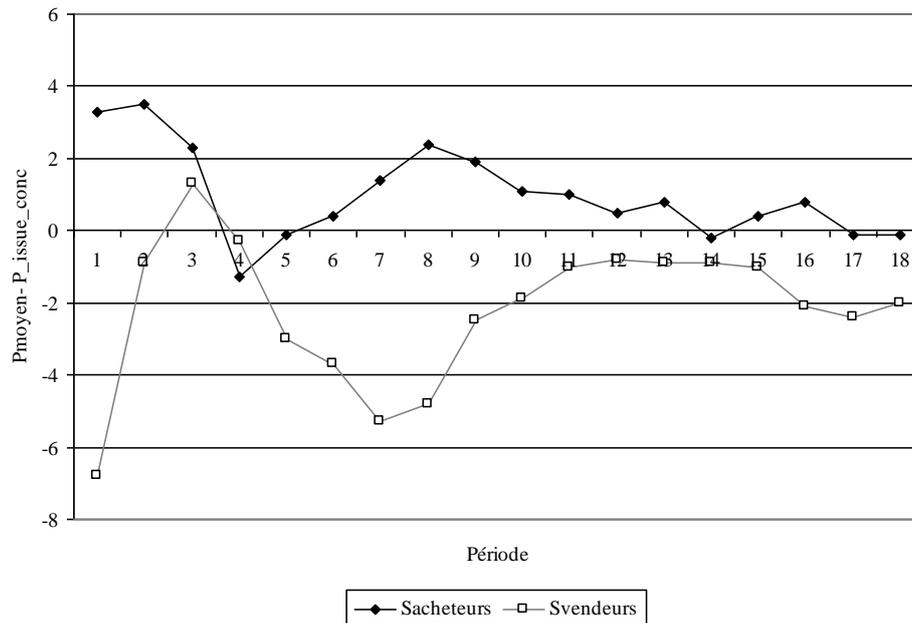
Figure 2.7 Evolution de l'efficacité moyenne lors des sessions expérimentales organisées par Mestelman et Welland [1988]



Source : Mestelmann, Welland [1988]

Ces expérimentations ont également étudié le lien entre le processus de convergence des prix moyens observés et le partage du surplus théorique qui serait obtenu si les transactions se déroulaient au prix de l'issue concurrentielle. Lorsque ce partage est à l'avantage des acheteurs (« Sacheteurs » sur la figure ci-dessous), les prix des transactions sont au dessus du prix de l'issue concurrentielle pendant la phase de convergence. Le phénomène inverse est constaté lorsque ce sont les offreurs qui sont avantagés par le partage du surplus à l'issue concurrentielle (« Svendeurs »).

Figure 2.8 Evolution des moyennes des prix moyens par rapport au prix de l'issue concurrentielle en fonction du partage du surplus à l'issue concurrentielle chez Mestelman et Welland [1988], [1991.a]¹



Par rapport au protocole central de déroulement des expérimentations, Mestelman et Welland [1991.a ; 1994] ont introduit plusieurs variantes. Les résultats obtenus lors de ces expérimentations supplémentaires (synthétisés dans l'encadré 2.1 ci-dessous) mettent en lumière la robustesse de l'issue de concurrence sur les marchés à production « anticipée ».

Encadré 2.1 Expérimentation supplémentaires réalisées sur le marché à production « anticipée » lors de la première vague

La première modification du protocole central consiste à permettre aux offreurs de constituer des stocks à partir des unités invendues pendant une période. Pour cette série d'expérimentations, les auteurs s'attendaient à voir que les prix moyens soient plus élevés sur un contexte de marché avec production anticipée, sans stocks. Or, l'évolution des prix ne confirme pas cette attente : les prix convergent vers l'intervalle des prix de l'issue concurrentielle dès la 4^{ème} période lorsque le surplus des acheteurs à l'issue concurrentielle est supérieur au surplus des offreurs. De plus, lorsque le partage du surplus est plus favorable aux offreurs, les prix restent très en dessous de l'issue concurrentielle pendant toutes les périodes. La direction de la convergence en fonction des inégalités dans le partage du surplus (par des prix élevés lorsque ce sont les acheteurs qui obtiennent un avantage à l'issue concurrentielle

¹ Les deux sessions expérimentales réalisées en 1991 ne sont pas prises en compte dans cette figure car elles ont été affectées par l'élimination de l'un des offreurs en situation de faillite.

et par des prix plus faible que l'issue concurrentielle dans le cas contraire) ne semble pas être affecté par l'introduction de la possibilité d'accumuler les stocks. Enfin, les offreurs ayant participé à ces marchés semblent gérer avec beaucoup de difficulté leurs stocks, dont la proportion se maintient à des niveaux élevés tout au long des périodes de jeu.

Dans l'article de 1994 les deux auteurs proposent d'organiser, à chaque période une phase supplémentaire d'affichage des prix. Les offreurs proposent, comme d'habitude, un prix au début de la période et ensuite, lorsque la fin de la période approche, ils peuvent proposer un deuxième prix, afin d'écouler les dernières unités invendues. La quantité produite au début de la période ne peut pas être ajustée lors de cette deuxième phase d'affichage de prix. Les prix moyens convergent vers l'intervalle des prix de l'issue concurrentielle plus lentement, à partir de la 8^{ème} période.

Les résultats présentés ici semblent indiquer que les prix observés sur les marchés à prix affichés convergent vers le prix de l'issue concurrentielle. En raison de nombreuses variations de protocole utilisées, on pourrait tirer la conclusion que le marché à prix affichés converge de manière robuste vers le prix de l'issue concurrentielle sous des conditions assez générales. Or, une série d'expérimentations réalisées par Ketcham, Smith et Williams [1984] est venue jeter un doute sur la généralisation d'une telle conclusion. Leurs résultats, qui sont présentés dans la section suivante, ont montré que sur un marché à prix affichés il peut y avoir un lien entre les prix observés et l'équilibre de Nash dans le modèle de marché analytique. Ceci n'est pas le cas pour un marché à doubles enchères publiques. Une nouvelle vague d'expérimentations a commencé suite à cette mise en garde. La section suivante présente les résultats auxquels elles ont abouti.

2. La deuxième vague d'expérimentations et le début de la troisième vague

Ces expérimentations s'intéressent au lien qui pourrait être établi entre l'issue observée sur les marchés expérimentaux et l'issue d'équilibre sur le marché analytique. Elles peuvent être regroupées en deux catégories distinctes. Les expérimentations de la deuxième vague sont menées sur des marchés sur lesquels l'équilibre de Nash existe en stratégies pures tandis que les expérimentations de la troisième vague sont réalisées sur des marchés sur lesquels il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures.

Pour réaliser les expérimentations de la première catégorie, les expérimentateurs se sont tournés vers les rares contextes analytiques pour lesquels il existe un équilibre en stratégies pures. Deux situations distinctes peuvent émerger sur ces marchés selon que l'issue de concurrence coïncide ou non avec l'issue d'équilibre analytique. Les expérimentations réalisées sur ces contextes de marchés sont donc menées dans le but de savoir si le résultat analytique est vérifié ou non empiriquement : les échanges sur les marchés expérimentaux, se stabilisent-ils, comme l'analyse économique le prétend, à l'issue d'équilibre ?

Les expérimentations réalisées dans le cadre de ce que nous avons appelé « la troisième vague » marquent le retour au principal problème lié aux marchés à prix affichés : l'inexistence d'une issue d'équilibre analytique. L'analyse économique n'est pas parvenue à offrir une réponse acceptable à la question de savoir comment fonctionnent de tels marchés. Le but de ces expérimentations est donc simplement exploratoire : on cherche à décrire les issues qui apparaissent sur ces marchés. L'heure n'est pas encore à l'explication des résultats obtenus.

Les expérimentations réalisées lors de la deuxième et troisième vague se distinguent des expérimentations réalisées lors de la première vague par la variété des conditions dans lesquelles elles ont été menées. Quelques types de conditions peuvent être identifiées : le type d'interaction (limitée à une seule période ou répétée sur plusieurs périodes), le nombre total de participants sur le marché (il varie, dans la plupart des expérimentations, entre 2 et 4) et les informations mises à la disposition des participants, soit au début de l'expérimentation (information privée versus information complète¹) soit à la fin de chaque période (résultats

¹ Un jeu est en information « complète » si les joueurs connaissent les stratégies de chacun d'eux, les issues qui résultent de toutes les combinaisons possibles de ces stratégies et les gains associés à ces issues (Guerrien

individuels, résultats globaux). L'encadré suivant présente un bref aperçu de ces conditions expérimentales.

Encadré 2.2 Les conditions expérimentales et les attentes concernant les issues observées lors des expérimentations

Dans les expérimentations dans lesquelles l'interaction des agents est limitée à **une seule période**, les joueurs n'ont aucune incitation à investir dans une relation avec leur partenaire pour gagner leur confiance afin de s'entendre sur une autre issue plus « coopérative ». En théorie, si les agents sont parfaitement « rationnels », ils jouent leurs stratégies de « meilleure réponse » qui conduisent le marché à l'issue d'équilibre dans le jeu simple. Or, les expérimentateurs, conscients du fait que les capacités calculatoires des participants sont en dessous des capacités supposées par la théorie économique ont adapté ce type de jeu à un jeu en interaction répétée, mais avec des partenaires différents à chaque période. Le re-appariement des participants au début de chaque période permet à ceux-ci de découvrir la stratégie de « meilleure réponse » sans diminuer l'incitation à la jouer. Les prix des transactions dans ces marchés devraient « converger » vers le prix de l'équilibre dans le jeu simple. Ce type d'interaction a été testé expérimentalement par Dufwenberg et Gneezy [2000] et par Dufwenberg, Gneezy, Goeree *et al.* [2006].

Si l'interaction est **répétée** et le nombre de répétitions **connu d'avance** alors le processus d'induction rétrograde (« *backward induction* ») devrait conduire au même résultat qu'une interaction simple. Ce type de protocole est parmi les plus répandus : Fouraker et Siegel [1963], Davis et Holt [1994], Wilson [1998] (dans l'un des traitements utilisés), Davis [1999], Huck, Normann et Oechssler [2000], Isaac et Reynolds [2002], Brandts et Guillén [2007], Puzzello [2007], Davis, Korenok et Reilly [2008].

En revanche, une interaction **répétée** mais avec un nombre **inconnu** de répétitions peut se solder par la mise en place d'une issue de type coopérative. Dans cette situation, tous les prix situés entre l'issue de Cournot et l'issue de monopole peuvent, *a priori*, être une issue d'équilibre dans un super jeu. Parmi les travaux qui ont utilisé un protocole de ce type nous signalons : Dolbear, Lave, Bowman *et al.* [1968], Kruse, Rassenti, Reynolds *et al.* [1994], Davis et Holt [1998], Wilson [1998] (dans le deuxième traitement utilisé), Davis [1999], Davis et Wilson [2000].

Quel que soit le type d'interaction retenu (simple ou répétée) elle peut être mise en place avec

[2002]). Le jeu est dit en information « privée » si l'une de ces propriétés n'est pas satisfaite. Ceci est le cas de la plupart des expérimentations conduites selon un protocole de type « mise en situation ».

les deux formes de protocoles : « tableau de profits » ou « mise en situation » (le protocole de type « tableau de profits » est présenté dans le troisième paragraphe de cette sous-section tandis que le protocole de type « mise en situation » a été présenté dans la section précédente).

Le **nombre d'offreurs** sur le marché représente aussi une variable importante du protocole expérimental. D'après la théorie microéconomique, cette variable est *a priori* sans impact sur l'issue de marché : quel que soit le nombre d'offreurs, les prix de marché devraient converger vers l'issue qui correspond à l'équilibre de Nash.

Dans la théorie de l'organisation industrielle, le nombre d'agents sur le marché représente une variable importante dans la mise en place et le maintien d'un cartel tacite. La réalisation du cartel est facilitée lorsque le nombre d'offreurs est faible¹ car la part individuelle du surplus de l'échange est dans ce cas, plus élevée. De plus, les coûts de la mise en place et du maintien du cartel (surveillance réciproque des actions entre les membres du cartel) sont eux aussi diminués.

Dans les expérimentations présentées dans cette section le nombre d'offreurs sur le marché varie d'habitude entre 2 et 5. Les deux types de protocoles (« mise en situation » et « tableau de profits ») peuvent être adaptés à la variation du nombre d'agents sur le marché².

Du point de vue de la quantité d'informations mise à la disposition des participants, les expérimentations peuvent être regroupées en deux catégories. Dans les expérimentations en **information complète** les offreurs sont informés de toutes les conditions de production sur le marché, ainsi que des conditions d'écoulement du produit. Dans les expérimentations en **information privée** les agents connaissent uniquement leurs propres conditions de production et ne connaissent pas la fonction de demande exacte utilisée. Du point de vue de l'analyse économique, pour que les offreurs puissent sélectionner leurs stratégies de « meilleure réponse », ils ont besoin d'une information complète. On peut donc s'attendre à observer que dans les expérimentations en information complète les prix des transactions convergent plus souvent vers l'issue d'équilibre que dans les expérimentations à information privée.

¹ En contrepartie, l'incitation à dévier de l'issue coopérative augmente aussi pour un nombre faible de vendeurs. Néanmoins, cet effet est dominé par les autres effets « positifs » liés au nombre faible de vendeurs.

² Néanmoins, lorsque le nombre de vendeurs dépasse le chiffre 4, le protocole de type « tableau de profits » est plus difficile à lire et la plupart des expérimentations de ce type se limitent donc à faire interagir au plus 4 offreurs pour un marché.

La première partie de cette section présente les résultats obtenus par les expérimentations réalisées sur les marchés sur lesquels l'issue de l'équilibre analytique existe et coïncide avec l'issue de concurrence tandis que la deuxième partie de la section présente les résultats des expérimentations réalisées sur les marchés sur lesquels l'issue de l'équilibre analytique existe mais ne coïncide pas avec l'issue de concurrence. Enfin, la dernière sous-section s'intéresse aux expérimentations réalisées sur les marchés sur lesquels il n'existe pas d'issue d'équilibre analytique.

2.1 Les marchés sur lesquels l'issue concurrentielle est un équilibre dans le jeu simple

L'analyse faite dans le chapitre précédent permet d'identifier deux contextes de marché sur lesquels l'issue d'équilibre analytique coïncide avec l'issue de concurrence. Ces contextes sont le marché à production « sur commande », rendements d'échelle constants et capacités de production « très importantes »¹ et le marché à production « sur commande », rendements d'échelle constants et avec concurrence « à la Bertrand » (ce contexte peut être envisagé comme un cas particulier du premier contexte)². Par ailleurs, comme le premier chapitre l'a montré, sur certains marchés à production « sur commande » et fonction de coût marginal croissant, il se peut que l'issue de l'équilibre analytique coïncide avec l'issue de concurrence lorsque les fonctions d'offre et de demande sont discrètes³.

La question que posent les expérimentations réalisées sur ces contextes de marchés est de savoir si les échanges se stabilisent ou non à l'issue d'équilibre. Pour y répondre, une partie des expérimentations ont utilisé des protocoles avec des instructions du type « mise en

¹ La capacité de production d'un offreur est « très importante » si elle permet à l'offreur de servir toute la demande du marché au prix de l'issue de concurrence.

² Sur les marchés à rendements d'échelle constants et capacités de production « très faibles », il y a aussi un équilibre de Nash. L'issue d'équilibre correspond à l'issue de concurrence qui correspond également à l'issue de Cournot. Cependant, ces marchés n'ont pas fait l'objet d'une analyse expérimentale.

³ Dans les expérimentations réalisées, que quel soit le contexte de marché, les fonctions d'offre et de demande sont toujours discrètes. Le fait de noter ici « cas discret » renvoie aux résultats analytiques obtenus dans le chapitre précédent. Sur un marché à production « sur commande » il peut exister un équilibre en stratégies pures (qui peut correspondre ou non à l'issue de concurrence) uniquement dans le cas discret. Cette situation représente une exception par rapport au cas continu, pour lequel il n'existe pas d'issue d'équilibre.

situation » identiques aux instructions présentées dans la première section. Les participants à ces expérimentations sont donc clairement identifiés en tant qu'offreurs¹.

Pour que le résultats analytique (l'équilibre de Nash) puisse se produire sur les marchés expérimentaux, les participants dans ces expérimentations doivent comprendre le fonctionnement du marché, ils doivent calculer la stratégie d'équilibre et ils doivent également comprendre (toujours à travers les calculs) qu'une fois l'issue d'équilibre atteinte, ils n'ont aucun intérêt à y dévier. Le problème soumis aux participants est donc particulièrement complexe.

Pour simplifier le problème décisionnel des participants, une partie des expérimentations ont proposé une solution qui consiste à remplacer le protocole de type « mise en situation »² par un protocole de type « tableau de profits ». Leur objectif est d'enlever un peu le brouillard qui entoure le phénomène de convergence des prix vers l'issue de concurrence et de ramener le problème décisionnel à un problème d'identification des stratégies qui conduisent à l'équilibre. Ce type de protocole efface tout rappel entre le jeu proposé et le marché : les joueurs reçoivent un simple tableau dans lequel ils peuvent lire les gains associés à chacune des stratégies possibles. Un participant doit sélectionner une stratégie parmi celles proposées par les organisateurs de l'expérimentation pour laquelle l'ensemble des profits possibles, compte tenu des stratégies des adversaires, est connu d'avance. On montrera que dans les expérimentations qui utilisent ce type de protocole l'issue de concurrence semble plus robuste que dans les expérimentations qui utilisent un protocole de type « mise en situation ».

Les deux premiers paragraphes présentent les résultats obtenus sur les marchés à production « sur commande », fonction de coût marginal constante et capacités de production très élevées et respectivement sur les marchés à production « sur commande » et fonction de coût marginal croissant (le cas discret). Ces deux contextes de marché ont été explorés à l'aide de protocoles de type « mise en situation ». Le marché avec concurrence « à la Bertrand » (avec fonction de coût marginal constante) a été analysé à l'aide d'un protocole de type « tableau de profits ». Ce protocole est présenté plus en détail dans le troisième paragraphe tandis que le dernier paragraphe présente les résultats obtenus sur le marché avec concurrence « à la Bertrand ».

¹ Comme on le verra, dans la plupart des expérimentations réalisées lors de cette vague, la demande est simulée par l'ordinateur.

² Ce type de protocole a été présenté dans la section 1.1 de ce chapitre.

2.1.1 Le marché à production « sur commande », fonction de coût marginal constante et capacités de production « très importantes » : apparition d'issues de type « cycle de prix » en plus des issues de convergence au prix de l'issue de concurrence

Ce contexte de marché a été exploré à l'aide d'un protocole de type « mise en situation ». Avec ce protocole les offreurs annoncent, en même temps que leur prix, la quantité totale qu'ils sont prêts à mettre en vente. De ce fait, une situation, qui ne pouvait pas se produire dans le modèle analytique, peut apparaître dans les expérimentations : lorsque l'offreur qui affiche le prix le plus bas annonce une quantité inférieure à la quantité totale demandée, la demande exprimée à un prix plus élevé est non nulle¹. Un adversaire peut donc servir une partie de la demande à un prix plus élevé. Cette situation caractérisant les expérimentations peut expliquer une partie de la diversité des résultats constatés.

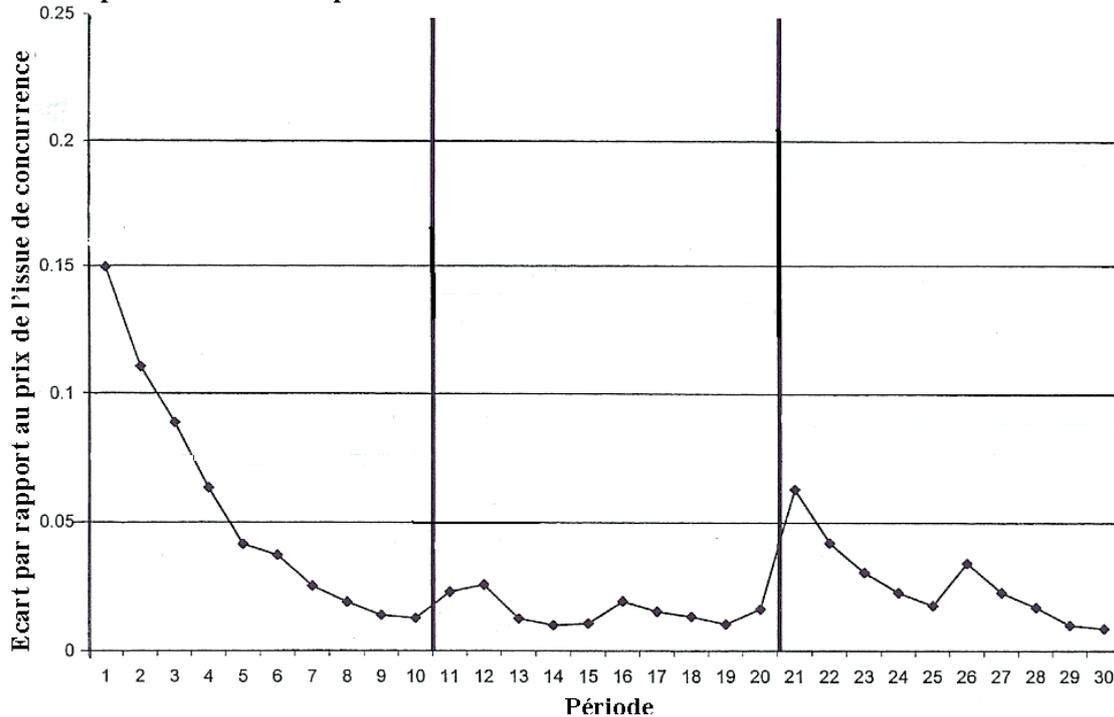
Pour une partie des expérimentations, il semblerait que les échanges se déroulent de la même manière que sur un marché à prix affichés de la première vague : les prix moyens convergent vers le prix de l'issue de concurrence. De plus, ce phénomène est observé même si, sur les marchés, il n'y a que deux offreurs. A titre d'exemple nous présentons les résultats obtenus par Isaac et Reynolds [2002] lors d'une série d'expérimentations réalisées. Dans leurs expérimentations, les offreurs (2 ou 4) disposent d'une information privée concernant les conditions de production et de demande et ils sont informés, après chaque période, uniquement de leurs résultats. Sur ces marchés, les prix moyens observés se rapprochent du prix de l'issue de « concurrence », même si le processus de convergence n'est pas monotone². Le même résultat a été obtenu par Huck, Normann et Oechssler [2000] sur le marché d'un bien hétérogène avec 4 vendeurs en information complète³.

¹ Lorsque la capacité de production d'un offreur est « très importante », l'offreur peut servir toute la demande du marché au prix de l'issue de concurrence.

² Isaac et Reynolds [2002] introduisent dans leurs protocoles des variations des conditions de production toutes les 10 périodes. Ces variations exigent un nouveau temps d'adaptation de la part des joueurs. Sur la figure 2.9 ces variations interviennent toutes les 10 périodes.

³ Les résultats de Huck, Normann et Oechssler [2000] sont robustes aux variations de la quantité d'informations mise à la disposition des participants après chaque période : des informations concernant le marché dans son ensemble ou des informations spécifiques concernant les politiques de chacun des participants.

Figure 2.9 Apparition d'un phénomène de convergence des prix moyens vers le prix de l'issue de concurrence sur certains marchés à production « sur commande », fonction de coût marginal constante et capacités de production « très importantes »

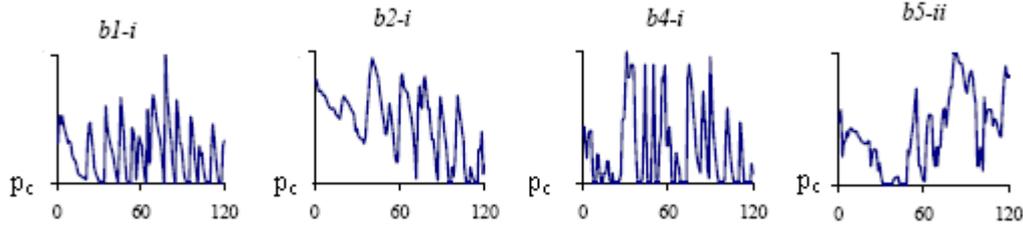


Source : Isaac, Reynolds [2002], Fig. 6

Toutefois, l'apparition du phénomène de convergence des prix moyens des échanges vers l'issue de concurrence n'a pas été observée dans toutes les expérimentations réalisées sur ce contexte de marché. Davis, Korenok et Reilly [2008] analyse un marché avec 3 vendeurs en information complète. Après chaque période, les participants reçoivent un historique des résultats de tous les autres vendeurs sur le marché. Parmi les 16 marchés expérimentaux testés, seulement 2 convergent de manière nette vers le prix de l'équilibre de Nash. Les issues observées sur les autres marchés laissent penser à l'existence de cycles : les prix varient avec une faible ampleur autour d'une valeur située au dessus du prix de l'issue concurrentielle¹.

¹ Nous présentons ici les résultats obtenus avec le protocole « de base » utilisé lors de ces séries d'expérimentations. Des issues du même type ont été également obtenues par Alger [1987] dans des conditions de marché semblables.

Figure 2.10 Apparition d'un phénomène de cycle de prix sur d'autres marchés à production « sur commande », fonction de coût marginal constante et capacités de production « très importantes »



Source : Davis, Korenok, Reilly [2008], Figure 3.

A l'issue des expérimentations organisées sur les marchés à production « sur commande », fonction de coût marginal constante et capacités de production « très importantes », **l'issue de concurrence semble moins robuste que sur les expérimentations réalisées lors de la première vague. Le phénomène de convergence des prix moyens des échanges vers le prix de l'issue de concurrence n'a été observé que dans une partie des expérimentations réalisées. Dans d'autres expérimentations l'on a observé l'apparition d'un nouveau type d'issue : l'évolution des prix en forme de cycle¹.** L'expérimentation de Davis, Korenok et Reilly [2008] montre que le fait que l'issue de concurrence soit un équilibre de Nash sur le marché analytique n'est pas une condition nécessaire pour que les prix des échanges convergent vers cette issue. Malheureusement, les auteurs de cette étude n'approfondissent pas plus la question de savoir pourquoi, sur certains marchés expérimentaux on observe un phénomène de convergence vers le prix de l'issue de concurrence tandis que sur d'autres marchés on observe un phénomène d'évolution des prix en forme de cycle.

Un autre contexte de marché sur lequel l'issue de concurrence coïncide avec l'issue d'équilibre est le marché à production « sur commande » et fonction de coût marginal croissante. Le paragraphe suivant présente les résultats des expérimentations réalisées sur ce contexte de marché.

¹ L'ampleur de ces cycles reste néanmoins très en dessous de l'ampleur qu'aura le cycle de prix edgeworthien.

2.1.2 Le marché à production « sur commande », fonction de coût marginal croissante (cas discret) : diversité des résultats obtenus

Comme le chapitre précédent l'a montré, il se peut que sur certains marchés avec des fonctions de demande et de coûts de production discrètes, lorsque la fonction de coût marginal est croissante, que le prix de l'issue de concurrence soit un équilibre de Nash. C'est ce contexte de marché (assez particulier, du point de vue de son intérêt analytique) qui est traité ici expérimentalement. Ces expérimentations ont été réalisées avec un protocole de type « mise en situation » dans des conditions très variées, ce qui pourrait justifier la diversité des résultats obtenus.

Une partie des expérimentations réalisées sur ce contexte de marché semblent indiquer que ces marchés seraient conduits vers l'issue de concurrence. Ce résultat était attendu sur les marchés sur lesquels le nombre total d'offreurs est important et sur lesquels les participants disposent d'une information complète concernant les conditions d'offre et d'écoulement du bien. Ceci est le cas des expérimentations menées par Davis et Holt [1994]¹ et par Wilson [1998] sur un marché avec 5 vendeurs et par Davis [1999] pour un marché avec 3 vendeurs. Davis et Wilson [2000] obtiennent le même résultat pour un marché avec 3 vendeurs en information partielle : les offreurs connaissent la fonction de demande du marché mais ne connaissent pas les conditions de production de leurs adversaires². Mais, même un marché de duopole sur lequel les participants n'ont qu'une information privée concernant les conditions de production et d'écoulement du bien est conduit à l'issue de concurrence (Kruse [1993]³).

Une autre partie des expérimentations réalisées sur ce contexte de marché aboutissent à d'autres types d'issues. Dans les expérimentations réalisées avec un nombre d'offreurs important (supérieur à 2) et avec information privée, les prix moyens sont conduits vers un prix supérieur au prix de l'issue de concurrence. Dans une série d'expérimentations organisées par Wilson [1998] dans ces conditions, 5 marchés sur 6 convergent vers un prix

¹ Il s'agit du premier traitement utilisé dans ces expérimentations qui sert à contrôler les résultats obtenus sur des marchés sur lesquels les offreurs ont théoriquement le pouvoir d'afficher des prix plus élevés.

² Il s'agit ici des protocoles notés « N » et « NS » dans les expérimentations réalisées.

³ Il s'agit du protocole expérimental avec un mécanisme de report de la demande selon lequel les offreurs servent d'abord les acheteurs qui ont la valeur de réserve la plus faible. Les expérimentations avec un mécanisme de report de la demande dit « intermédiaire » sont traitées dans la dernière section de ce chapitre.

plus élevé que le prix de l'issue de concurrence. Durham, McCabe, Olson *et al.* [2004] obtiennent le même résultat pour un marché avec 5 offreurs. Les écarts entre les prix observés dans les expérimentations et le prix de l'issue de concurrence augmentent avec l'expérience préalable des participants et diminuent avec le coefficient d'élasticité de la courbe de demande¹. Enfin, il semblerait que le fait d'utiliser de « vrais » acheteurs à la place des automates peut avoir un impact sur l'issue de marché observée. Davis et Holt [1998] analysent un marché avec 3 acheteurs réels (non simulés) et 3 offreurs². Sur ces marchés les prix convergent vers un prix inférieur au prix de l'issue concurrentielle³.

Le nombre relativement faible d'expérimentations réalisées sur ce contexte de marché ne nous permet de tirer une conclusion claire concernant la capacité de ces marchés à converger vers l'issue de concurrence. En revanche, il est évident que cette capacité, même si elle était avérée, ne serait pas robuste à toutes les variations de protocole possibles. Pour certaines conditions du protocole expérimental (information privée, expérience préalable des offreurs avec le mécanisme de marché) les prix moyens s'écartent de l'issue de concurrence.

Lors des premières expérimentations menées sur les contextes de marché sur lesquels l'issue de concurrence coïncide avec l'équilibre analytique, on observe que les prix ne convergent pas de manière systématique vers cette issue. Une partie des expérimentalistes proposent alors de simplifier le problème décisionnel des offreurs. Pour cela, ils remplacent le protocole de type « mise en situation » par un protocole de type « tableau de profits ». Le paragraphe suivant présente le mode de construction de ce type de protocole.

¹ Dans ces expérimentations, les sujets participent deux fois au même type de marché (même si les adversaires sont différents). Durham, McCabe, Olson *et al.* [2004] utilisent ce protocole en guise de contrôle pour tester l'impact de l'introduction d'un coût fixe à l'entrée sur le marché et d'un coût variable subi au début de chaque période. Ces variations dans la fonction de coût ne changent pas le fait que l'issue concurrentielle est effectivement un équilibre de Nash sur ce marché.

² Nous retenons ici les trois marchés expérimentaux de contrôle appelés NPO1, NPO2 et NPO3. Lors de ces expérimentations les offreurs ne sont pas limités par les valeurs de leurs coûts marginaux lorsqu'ils prennent leurs décisions.

³ Ce serait intéressant de savoir si le prix vers lequel convergent ces marchés correspond au prix de l'issue de monopsonne.

2.1.3 Les instructions du type « tableau de profits »

Ce protocole cherche à simplifier le problème décisionnel des participants à l'expérimentation en supprimant tout lien contextuel entre l'expérimentation et les représentations que les participants ont des marchés¹. Selon le point de vue des adeptes de cette approche, les participants dans une expérimentation ne devraient pas être influencés, au moment de leurs décisions, par les représentations qu'ils peuvent se faire du marché ou par leurs propres sentiments et émotions concernant le marché. Le jeu auquel ils participent est dévêtu de toute implication « réelle », il s'agit d'un simple exercice de l'esprit pour trouver la solution optimisatrice. Ce protocole a été utilisé surtout pour simuler des contextes de marché qui reposent sur des hypothèses opposées aux représentations habituelles que les participants se font de la relation marchande. Il s'agit des expérimentations réalisées sur les marchés avec concurrence « à la Bertrand » sur lesquels les offreurs sont **obligés** de servir toute la demande de marché et sur lesquels les capacités de production des offreurs sont illimitées. Malgré les explications qui sont offertes pour fonder ce contexte de marché (« coût » de la réputation des offreurs qui refusent de servir les offreurs, marchés très régulés, commande gouvernementale, etc.), ces deux hypothèses (sur la concurrence et sur les capacités de production illimitées) peuvent être difficilement assimilées par les participants (risque de dissonance cognitive). Pour cette raison, les expérimentateurs préfèrent proposer aux participants de résoudre un jeu non coopératif qui contient, dans sa structure, la même relation que la relation qui s'établirait entre les offreurs sur un marché avec concurrence « à la Bertrand ».

Un autre « avantage » de cette méthode est qu'elle contourne le problème soulevé par de nombreux expérimentateurs et qui est que les participants ont, la plupart du temps, des capacités calculatrices très limitées. Ainsi, on pourrait supposer que l'incapacité des participants à trouver ou à se maintenir à l'issue d'équilibre ne serait qu'une conséquence de cette limitation. Pour alléger le problème soumis à leur attention, les expérimentateurs utilisent alors le « tableau des profits »... Dans ce tableau, un offreur trouvera de manière explicite l'ensemble des stratégies (les siennes mais aussi celles de ses adversaires) ainsi que les gains associés à chacune des stratégies à sa disposition, en fonction des stratégies utilisées

¹ L'importance du choix du « contexte » dans les expérimentations est bien connue : le contexte dans lequel on présente le même problème aux participants peut modifier d'une manière assez drastique les résultats obtenus (voir Levin, Schneider, et Gaeth [1998] pour une typologie des effets possibles).

par les autres. Les participants ont à leur disposition la matrice des vecteurs des gains du jeu¹. Ils peuvent poser des questions et jouent, d'habitude, quelques périodes pour tester leur bonne compréhension des instructions.

Le tableau de profits reçu par les participants est obtenu à partir de la structure analytique du marché testé. La seule différence entre le protocole avec des instructions de type « tableau de profits » et le protocole avec des instructions de type « mise en situation » est que les participants ne sont pas informés du fait que leurs stratégies représentent des prix et que leurs gains sont en réalité des profits qu'ils obtiennent dans l'interaction avec les autres vendeurs et compte tenu de la demande du marché. Il s'agit, pour ce type d'instructions, d'un effet de présentation mais qui ne modifie en rien l'interprétation des résultats.

Le protocole de type « tableau de profits » a été largement utilisé pour analyser les marchés avec concurrence « à la Bertrand »². Le protocole associé à cette structure de marché peut être résumé de la manière suivante (Dufwenberg, Gneezy [2000]) : les participants (les offreurs³) doivent choisir un nombre entier compris entre 2 et 100. Le joueur ayant choisi le nombre le plus faible gagne la valeur en dollars du nombre choisi tandis que les joueurs ayant choisi des valeurs plus élevées ne gagnent rien. En cas d'égalité entre les nombres envoyés, les joueurs se partagent de manière égale la somme qui correspond au nombre choisi. Dans ce type de marché le protocole est construit en information complète, car les participants ont tous les mêmes stratégies (l'ensemble de nombres entiers entre 2 et 100) et connaissent toutes les issues possibles, ainsi que leurs gains respectifs. L'équilibre de Nash dans ce jeu consiste à choisir le nombre 2, la valeur la plus faible et la seule qui garantit un gain non nul.

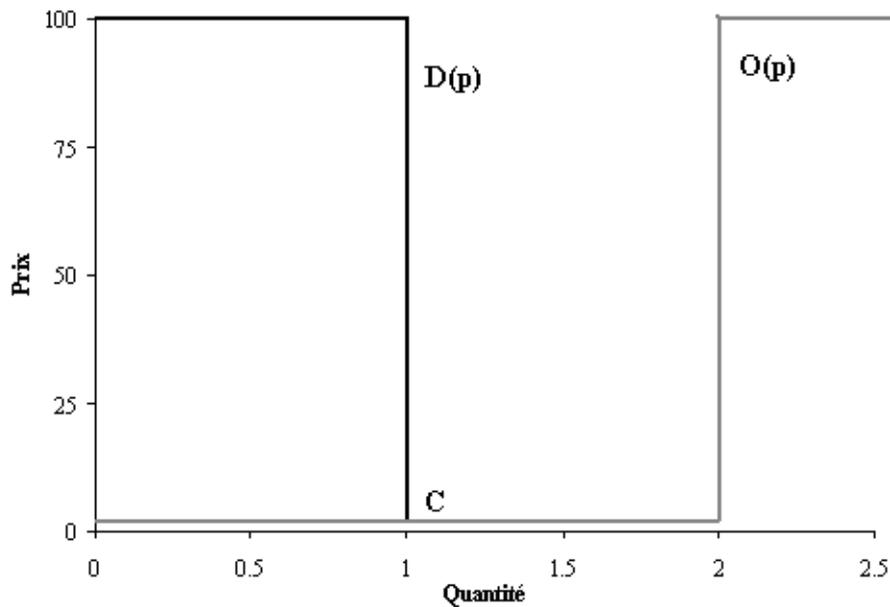
A ce jeu correspond un modèle analytique de marché sur lequel la demande est inélastique. Les fonctions d'offre et de demande qui correspondent à ce marché sont représentées sur la figure ci-dessous.

¹ Ces gains sont calculés à partir de la structure de marché analysée, même si cette dernière n'est pas communiquée aux participants.

² Si la fonction de coût marginal des offreurs est constante, alors à l'équilibre les offreurs affichent un prix égal au coût marginal et se partagent la quantité totale demandée. Les profits obtenus par sont au voisinage de zéro.

³ Avec ce type de protocole, la demande est simulée par ordinateur. Les conditions d'écoulement du produit sont communiquées aux participants dès le début de l'expérimentation.

Figure 2.11 Le modèle de marché utilisé avec un protocole de type « tableau de profits »



D'après Dufwenberg et Gneezy [2000]

La déconnexion totale entre le contexte de marché et le jeu auquel sont exposés les participants présente l'avantage de raccourcir le temps de familiarisation avec les mécanismes de marché. Toutes les expérimentations sur un marché avec concurrence « à la Bertrand » (quelle que soit la forme du coût marginal, constant ou en forme de U) ont utilisé un protocole de ce type. Le paragraphe suivant présente les résultats obtenus sur un marché avec concurrence à la Bertrand et avec fonction de coût marginal constante.

2.1.4 Le marché avec concurrence « à la Bertrand » et fonction de coût marginal constante : robustesse de l'issue concurrentielle si le nombre d'offreurs est suffisamment élevé

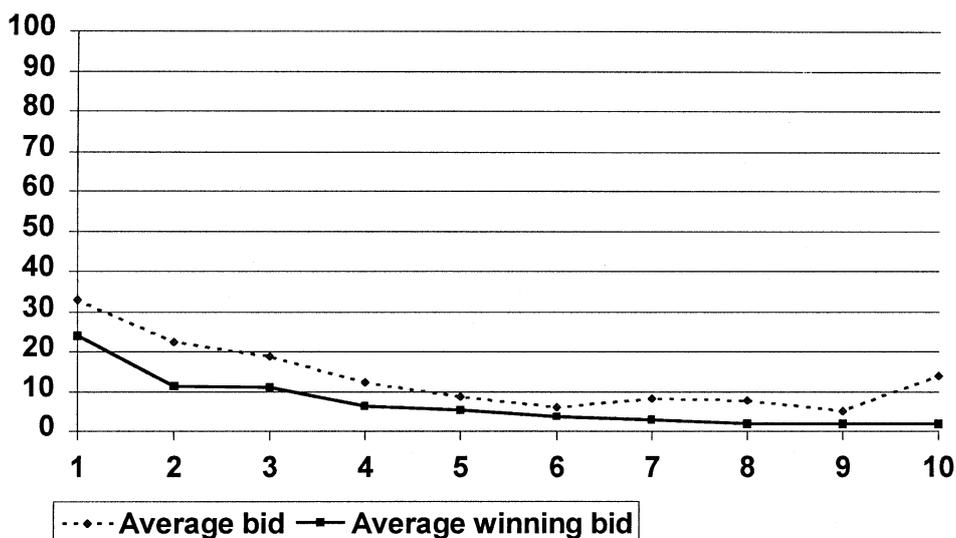
Le modèle analytique d'un marché « à la Bertrand » correspond à un marché de duopole en information complète sur lequel les offreurs ont des conditions de production identiques. A l'équilibre ils proposent tous les deux un prix égal au coût marginal.

Dufwenberg et Gneezy [2000] réalisent une série d'expérimentations avec 2, 3, ou 4 participants¹ et pendant lesquelles les mêmes adversaires ne se rencontrent qu'une seule fois. Sur ce marché, tous les offreurs disposent d'une information complète concernant les

¹ En réalité, chaque participant joue pendant 10 périodes, mais avec un adversaire différent à chaque période.

conditions de production et de demande. Les marchés avec 3 ou 4 offreurs convergent vers le prix de l'issue de concurrence¹. Sur la figure ci-dessous sont représentées l'évolution période par période des prix moyens affichés (« *Average bid* ») sur tous les marchés d'une session expérimentale avec 4 offreurs et l'évolution du prix moyen des transactions enregistrées (« *Average winning bid* ») sur les mêmes marchés.

Figure 2.12 Evolution du prix moyen du marché et du prix moyen le plus faible dans la première série d'expérimentations avec 4 vendeurs sur le marché



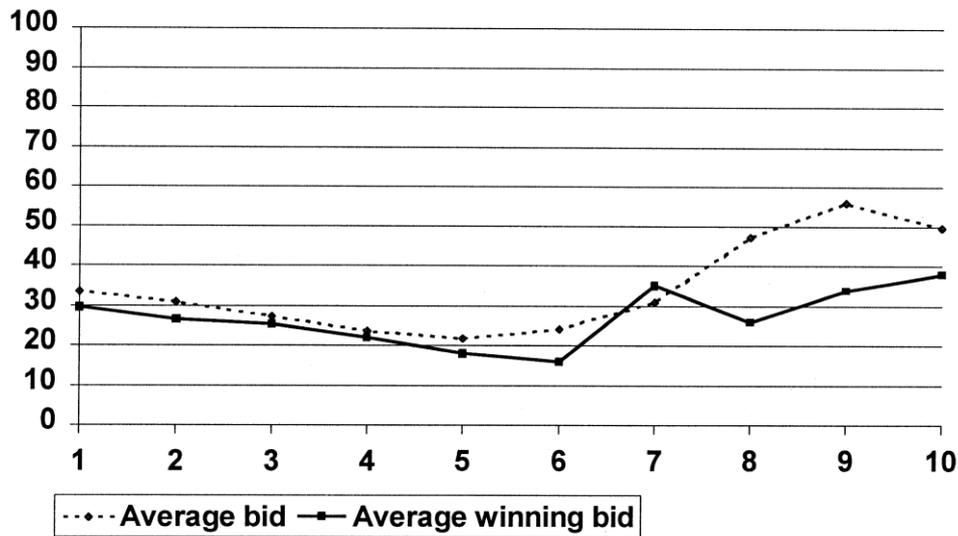
Source : Dufwenberg et Gneezy [2000], protocole 4.a

Légende : Le prix moyen affiché (« *average bid* ») et le prix moyen des contrats conclus (« *average winning bid* ») sont calculés comme moyennes sur tous les marchés expérimentaux. A partir de la 4^{ème} période (ou du 4^{ème} appariement), les prix moyens des transactions convergent vers le prix de l'issue de concurrence (égal à 2) qui est aussi un équilibre de Nash sur ce marché. On peut voir sur cette figure qu'il y a eu un « effet de fin » qui a affecté une partie des décisions prises à la dernière période (ou dernier appariement) : les prix proposés lors de cette période sont légèrement plus élevés que les prix proposés lors des périodes précédentes. Toutefois, cet effet n'affecte pas les prix des échanges qui restent dans le même intervalle que les prix des échanges enregistrés lors des périodes antérieures.

En revanche, les prix observés sur les marchés de duopole restent supérieurs au prix de l'issue de concurrence tout au long de l'expérimentation. La figure 2.13 reproduit l'évolution du prix moyen affiché et l'évolution du prix moyen de vente dans l'une de séries d'expérimentations de duopole organisées par Dufweberg et Gneezy [2000].

¹ Sur ces marchés il y a un nouvel appariement entre les adversaires au début de chaque période. Même si les prix des transactions ne se situent pas dès le début au prix de l'issue de concurrence, les participants « découvrent » l'issue d'équilibre au bout de quelques périodes.

Figure 2.13 Evolution du prix moyen du marché et du prix moyen le plus faible dans la première série d'expérimentations sur un marché de duopole



Source : Dufwenberg et Gneezy [2000], protocole 2.a

Le phénomène de convergence des prix observés sur les marchés expérimentaux vers l'issue d'équilibre dans le jeu simple semble perturbé lorsque le nombre d'offreurs est très faible. Cette intuition concernant les marchés de duopole a été confirmée dans une autre série d'expérimentations organisées par Dufwenberg Gneezy, Goerre *et al.* [2006]. Ces travaux testent l'hypothèse suivant laquelle les participants aux expérimentations ont une forte incitation à dévier de l'issue concurrentielle en raison des profits très faibles obtenus lorsqu'ils adoptent la politique qui correspond à cette issue. Lors d'une nouvelle série d'expérimentations, les organisateurs augmentent « artificiellement » le profit obtenu à l'issue de l'équilibre en introduisant un prix minimum de marché en dessous duquel les joueurs ne sont pas autorisés à afficher leurs prix¹. Lorsqu'il se situe au dessus du prix de l'issue de concurrence, ce prix devient le nouvel équilibre analytique et le profit obtenu est supérieur au profit obtenu à l'issue de concurrence. L'état d'équilibre devient donc plus intéressant à maintenir pour les offreurs.

Les résultats obtenus ne confirment pas cette hypothèse : quel que soit le niveau du profit obtenu à l'équilibre, les prix moyens observés sont en permanence supérieurs au prix de l'issue d'équilibre. Toutefois, les résultats obtenus semblent confirmer partiellement l'hypothèse suivant laquelle plus le profit obtenu à l'équilibre est faible, plus les prix observés

¹ Dans le protocole de base les participants doivent choisir un nombre entier entre 2 et 100. Le participant ayant choisi le plus faible nombre gagne la valeur en dollars du nombre choisi. La modification du protocole consiste à demander à ce que le nombre choisi soit entre 10 et 100. L'équilibre de Nash passe ainsi de 2 à 10.

s'écartent du prix d'équilibre. En effet, les prix moyens observés sur ces marchés sont plus faibles (et donc plus proches du prix de l'équilibre de Nash) que dans le marché dans lequel le profit obtenu à l'équilibre est presque nul¹.

Ces phénomènes ont été mis en évidence par d'autres séries d'expérimentations que nous résumons dans ce qui suit.

Fouraker et Siegel avaient montré, en 1963, que les expérimentations menées sur des marchés avec interaction répétée dont la durée est connue d'avance par tous les participants aboutissent aux mêmes résultats. Dans l'une des séries d'expérimentations, les offreurs (2 ou 3, selon le cas) connaissent uniquement leurs conditions de production et reçoivent, à la fin de la période, un compte rendu avec leurs propres résultats mais pas les résultats des autres. Les prix observés sur ces marchés convergent vers le prix de l'issue de concurrence.

Dans une autre série d'expérimentations les joueurs sont en information complète et reçoivent, à la fin de chaque période, le compte rendu des résultats et des politiques de tous leurs adversaires. Les prix observés sur les marchés avec 3 offreurs convergent vers le prix de l'équilibre théorique. En revanche, sur les marchés avec 2 offreurs, ce processus de convergence n'est vérifié que dans la moitié des cas. Dans un quart des cas, les prix de marché convergent vers le prix de l'issue de monopole et dans les autres cas, les prix se stabilisent autour d'une issue située à la moitié de la distance entre le prix de l'issue de concurrence et le prix de l'issue de monopole. Ce résultat a été également obtenu par Dolbear, Lave, Bowman *et al.* [1968] pour un marché en information complète avec 2 ou 4 vendeurs.

Sur les marchés avec concurrence à la Bertrand (et fonction de coût marginal constante) les prix des transactions convergent vers le prix de l'issue de concurrence, qui est une issue d'équilibre analytique, si le nombre d'offreurs sur le marché est supérieur ou égal à trois. La quantité d'informations mise à la disposition des participants ne semble pas jouer un rôle déterminant sur l'issue finale observée (information complète chez Fouraker et Siegel [1963] et Dufwenberg et Gneezy [2000]) et information privée chez Fouraker et Siegel [1963] et aussi chez Dufwenberg et Gneezy [2000]).

¹ En plus des marchés de duopole, Dufwenberg, Gneezy, Goeree *et al.* testent les mêmes prédictions dans un marché avec 4 vendeurs. Dans ces marchés aussi les prix sont différents de la prédiction théorique. Ce résultat mériterait d'être testé d'une manière plus extensive, car seulement deux marchés ont été organisés pour chaque type de protocole.

De même, l'information concernant le nombre total de périodes que dure l'interaction n'a pas d'impact sur l'issue finale observée : les participants connaissaient le nombre exact de périodes dans les séances expérimentales organisées par Fouraker et Siegel [1963], Dufweneberg et Gneezy [2000] et Dufweneberg, Gneezy, Goeree *et al.* [2006] tandis que les participants dans l'expérimentation organisée par Dolbear, Lave, Bowman *et al.* [1968] les participants n'en étaient pas informés.

En revanche, l'issue de concurrence est prise au défaut lorsqu'il n'y a que 2 offreurs sur le marché. Sur ces marchés, les prix des échanges sont significativement supérieurs au prix de l'issue de concurrence.

Les résultats de ces expérimentations montrent aussi qu'en simplifiant le problème soumis aux participants, ceux-ci sont capables d'identifier la stratégie de l'équilibre analytique. Toutefois, ce type de protocole (« tableau de profits ») a plusieurs limites dont une d'ordre pratique qui est qu'il ne peut pas être utilisé pour représenter un autre type de marché que les marchés avec concurrence « à la Bertrand ». De plus, cette méthode est également critiquable du point de vue de son « réalisme », c'est-à-dire de sa capacité à incarner les échanges sur un « vrai » marché (de ce point de vue, c'est presque du trucage !). Il ne pourrait jamais remplacer le protocole de type « mise en situation » dans les travaux expérimentaux sur des marchés.

On a vu, dans cette section, que les prix observés sur les marchés expérimentaux ne convergent pas systématiquement (ou « fatalement ») vers le prix de l'issue de concurrence, même si cette issue correspond à l'issue de l'équilibre analytique. Dès lors, on peut être dubitatif sur les chances de voir apparaître un phénomène robuste de convergence des prix vers cette issue dans les expérimentations pour lesquelles cette issue ne correspond à l'équilibre de Nash.

2.2 Les marchés dans lesquels l'équilibre analytique existe mais ne coïncide pas avec l'issue de concurrence

Comme le premier chapitre l'a montré, trois contextes de marchés différents peuvent se trouver dans cette catégorie. Le premier contexte est le marché « hybride » à la Kreps et Scheinkman [1983] (paragraphe 1.2.3 du chapitre précédent). Sur ce marché les offreurs réalisent leurs productions et sont informés, avant d'afficher leurs prix, de la quantité totale produite sur le marché. Avec un mécanisme de report de la demande du type « les mieux disants sont les premiers servis » (les demandeurs sont servis par ordre décroissant de leurs valeurs de réserve), l'issue de Cournot est un équilibre (pour un rappel sur le mode de calcul de cette issue, voir l'encadré 1.1 du chapitre 1).

Le deuxième contexte de marché dans cette catégorie est le marché à production « sur commande », concurrence « à la Bertrand » et courbe de coût marginal en U (revoir l'encadré 1.6 dans le chapitre précédent). Dastidar [1995] a montré que sur ce marché les équilibres sont multiples et correspondent à un intervalle de prix. Le prix de l'issue concurrentielle fait partie de cet intervalle mais il n'est pas unique.

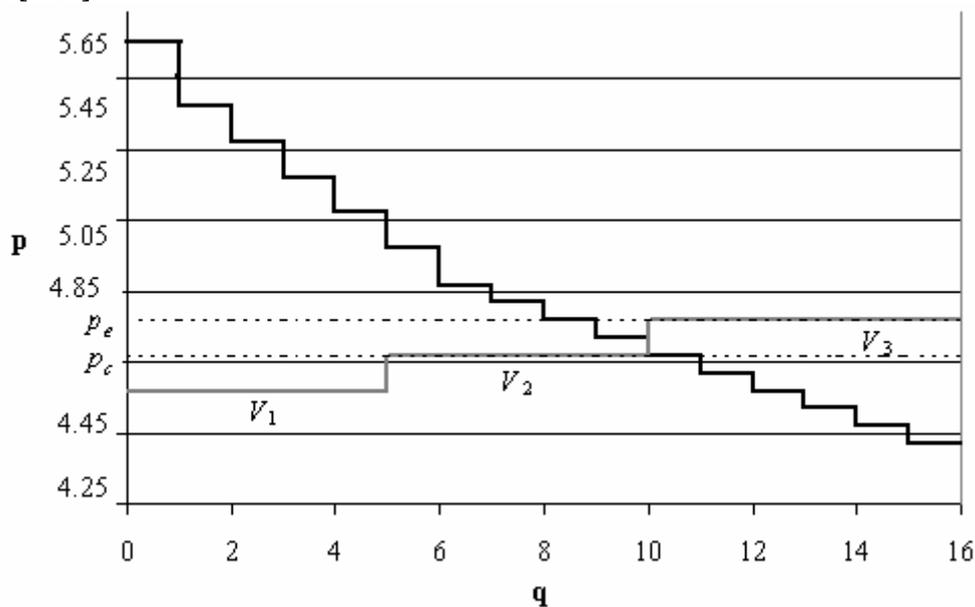
Enfin, dans le cas discret des marchés à production « sur commande » et fonction de coût marginal croissant, il se peut qu'il y ait un équilibre qui ne coïncide pas avec l'issue de concurrence (revoir le paragraphe 2.1.1 du chapitre 1).

Chaque type de contexte analytique sera traité dans un paragraphe de cette sous-section. On commence par présenter les marchés à production « sur commande » et fonction de coût marginal croissant, historiquement, le contexte de marché qui a inspiré toute la deuxième vague des expérimentations. Le deuxième paragraphe présente les résultats obtenus sur les marchés « hybrides » et enfin, le dernier paragraphe traite le cas des marchés avec concurrence « à la Bertrand » et fonction de coût marginal en forme de U .

2.2.1 Le marché à production « sur commande » et fonction de coût marginal croissante (le cas discret) : attraction des prix vers le point de l'issue d'équilibre analytique

C'est une expérimentation sur un marché de ce type qui a donnée l'impulsion aux études réalisées lors de la deuxième vague. Il s'agit de l'expérimentation réalisée par Ketcham, Smith et Williams en 1984 selon le Protocole expérimental n°2. La structure analytique de ce marché a été présentée dans le Chapitre 1 (voir le paragraphe 2.1.1, cas *c* du chapitre précédent). Trois offreurs peuvent produire chacun au plus cinq unités d'un bien homogène. La fonction de coût marginal pour chacun des offreurs est constante. L'offreur 1 produit le bien avec le moindre coût et l'offreur 3 produit le bien avec le coût le plus élevé.

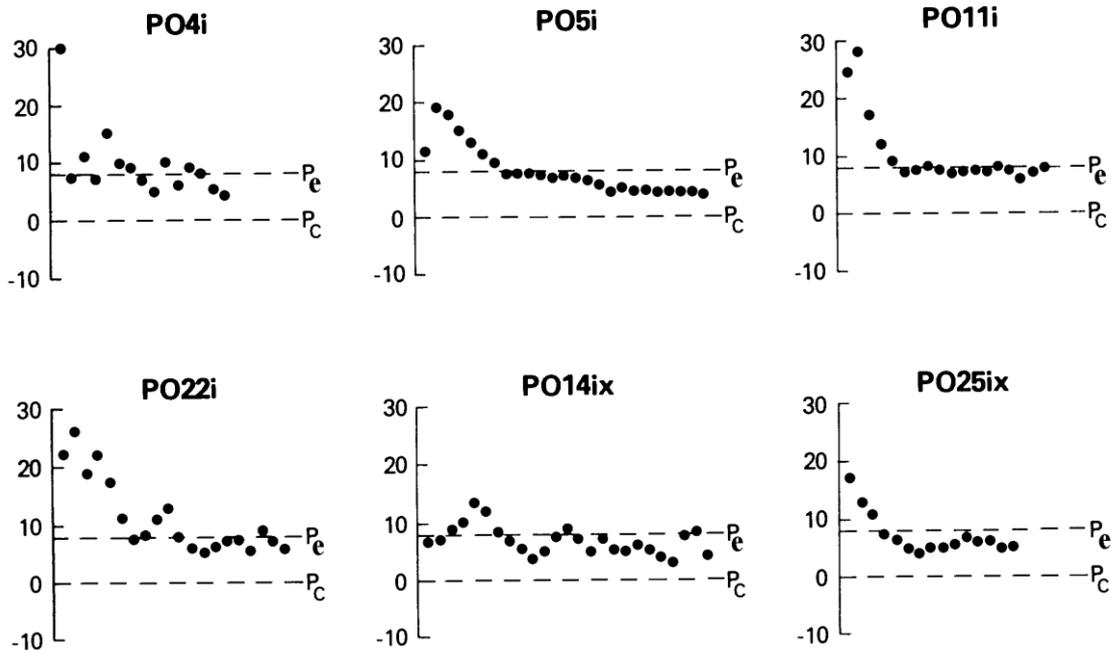
Figure 2.14 Offre et demande totales sur le marché qui correspond au Protocole 2 dans Ketcham, Smith et Williams [1984]



L'analyse de l'existence d'un équilibre sur ce marché a montré avoir abouti à la conclusion que cette issue existe mais qu'elle ne coïncide pas avec l'issue de concurrence. L'issue d'équilibre correspond au prix p_e , situé au dessus du prix de l'issue de concurrence (p_c sur la figure 2.14). A ce prix, seuls les offreurs V_1 et V_2 , dont les conditions de production sont les plus avantageuses, participent aux échanges.

Dans cette expérimentation les acheteurs sont de « vraies » personnes. Tous les participants sont en information « privée » et une séance expérimentale se déroule pendant 25 périodes. La figure 2.15 reproduit les évolutions des prix moyens sur les 6 marchés expérimentaux réalisés.

Figure 2.15 Ecart entre le prix moyen des transactions et le prix de l'issue de concurrence (en %) sur les marchés à prix affichés construites selon le Protocole n°2 dans Ketcham, Smith et Williams [1984]



Source : Ketcham, Smith et Williams [1984]

Légende : L'indice « *i* » des expérimentations indique que les participants n'ont aucune expérience préalable avec ce protocole. L'indice « *ix* » indique que les participants ont une expérience préalable avec le marché.

Quatre marchés expérimentaux sur six convergent vers un prix plus proche du prix de l'équilibre de Nash que du prix de l'issue concurrentielle. Les deux autres convergent vers un prix qui fluctue légèrement entre ces deux prix de référence¹. Lors de ces expérimentations, les auteurs observent plusieurs tentatives de collusion au prix de l'issue de cartel (à cette issue, chaque offreur propose à la vente une seule unité du bien et le prix affiché est situé au dessus du coût marginal du troisième offreur). Néanmoins, les prix finissent par baisser lors des périodes suivantes vers un prix situé au voisinage du prix d'équilibre. L'issue finale sur ces marchés semblerait être plus proche de l'issue d'équilibre que de l'issue concurrentielle.

Ce résultat a été confirmé par les travaux de Davis et Wilson [2005] qui montrent que les prix moyens sur un marché d'un bien différencié avec 4 offreurs en information privée sont attirés par le prix de l'équilibre de Nash (supérieur au prix de l'issue concurrentielle), sans que l'on puisse considérer qu'il y ait une véritable convergence vers ce prix.

¹ Ce marché a été également testé avec les règles d'échange d'un marché à double enchère publique. Dans ces expérimentations, 4 marchés sur 6 se stabilisent autour du prix de l'issue concurrentielle. Un seul marché se stabilise autour du prix d'équilibre et un marché à un prix intermédiaire entre ces deux prix.

Il semblerait, d'après ces résultats que sur les marchés à production « sur commande », lorsque le prix de l'équilibre analytique est très au dessus du prix de l'issue de concurrence, **les prix moyens des offreurs auraient tendance à s'écarter de manière significative du prix de l'issue de concurrence. En revanche, sur ces marchés, le pouvoir d'attracteur du prix de l'issue de l'équilibre n'a qu'un pouvoir réduit car sur aucun de ces marchés, on n'observe un véritable phénomène de convergence des prix vers cette issue.**

2.2.2 Le marché « hybride » : difficile à distinguer entre le pouvoir d'attracteur de l'équilibre analytique et pouvoir attracteur du prix de l'issue de l'issue de concurrence

Sur un marché « hybride » à la Kreps et Scheinkman [1983], la politique de l'issue de Cournot est un équilibre de Nash en stratégies pures. Ce contexte de marché a fait l'objet de plusieurs études expérimentales avec des résultats mitigés quant à la validation expérimentale du résultat analytique.

A priori, sur ce contexte de marché, les chances d'apparition d'un phénomène de convergence vers l'issue d'équilibre sont encore plus faibles que sur les marchés à production « sur commande » qui ont été traités dans le paragraphe précédent. Non seulement l'issue de Cournot est plus difficile à calculer, de plus, elle est plus vulnérable aux comportements de type « stratégique » : produire beaucoup à un prix juste en dessous du prix de l'issue de Cournot. Des deux issues (de concurrence et d'équilibre), on peut s'attendre à ce que l'issue finale la plus observée soit l'issue de concurrence.

Notre intuition est prise au défaut dans la plupart des expérimentations réalisées. Dans l'une de ces expérimentations, aucune des deux issues ne semble être privilégiée. Davis [1999] réalise une série d'expérimentations sur un marché avec 3 offreurs identiques du point de vue de leurs conditions de production. La demande sur le marché est simulée par l'ordinateur. Les participants disposent d'une information complète concernant les conditions de production et d'écoulement du produit. De plus, à la fin de chaque période les offreurs sont informés de l'ensemble des politiques et des profits obtenus sur le marché. Les expérimentations durent au moins 35 périodes, la fin effective étant déterminée par un jet de dés. Non seulement les prix des transactions ne convergent pas vers le prix de l'issue de Cournot, mais ils ne se stabilisent même pas. Sur ces marchés, les prix moyens varient entre le prix de l'issue concurrentielle et

le prix de l'issue de Cournot. L'issue d'équilibre ne semble pas jouer le rôle de l'attracteur du marché, comme l'analyse économique le prétend. L'issue de concurrence non plus, comme l'avait laissé entendre les expérimentations de la première vague.

L'incapacité des offreurs à converger vers l'issue d'équilibre a été attestée par d'autres expérimentations. Muren [2000] a mené une série de 16 marchés expérimentaux : 10 avec des participants « novices » et 6 avec des participants avec une expérience préalable sur ce marché¹. La demande est disputée par 3 offreurs identiques du point de vue de leurs conditions de production. Le coût marginal de production est constant et les capacités de production sont illimitées. Les participants connaissent l'ensemble des conditions d'offre et de demande et à la fin de chaque période ils sont informés des prix affichés par leurs adversaires. 10 périodes ont été réalisées sur chaque marché, ce dont les participants ont été informés dès le début des expérimentations.

Les résultats obtenus sont différents en fonction de l'expérience des participants. Sur les marchés avec des joueurs novices on observe une tendance des échanges à se rapprocher de l'issue de concurrence. Ce phénomène est plus accentué pour les quantités produites qui sont proches des quantités qui correspondent à l'issue de concurrence tandis qu'il l'est beaucoup moins marqué pour les prix affichés : seulement un quart des prix affichés sont proches du prix auquel toutes les quantités produites peuvent être écoulées (dans ce cas, les prix pratiqués sont proches de l'issue de concurrence).

Sur les marchés sur lesquels les joueurs ont déjà une expérience sur le marché, on observe, au contraire, une tendance des échanges à se rapprocher de l'issue d'équilibre. Ce phénomène est constaté tant au niveau des quantités totales produites, qui sont proches de la quantité qui correspond à l'issue de Cournot qu'au niveau des prix : dans un tiers des cas les prix affichés sont proches des prix auxquels toutes les quantités produites peuvent être écoulées.

Il semblerait donc que sur ces marchés, l'expérience semble agir en faveur de l'issue de l'équilibre analytique : plus les offreurs ont de l'expérience avec ce protocole, plus leurs politiques sont proches de la politique de l'équilibre.

Anderhub, Guth, Kamecke *et al.* [2003] prolongent ces travaux à un marché « hybride » sur lequel le bien échangé est un bien hétérogène. Les périodes sont regroupées en plusieurs phases (5 ou 10 périodes par phase). Les quantités produites à la première période d'une

¹ Les participants dans ces 6 marchés ont été recrutés, à un intervalle de un mois, parmi ceux qui avaient participé à la première série d'expérimentations.

phase sont maintenues constantes pendant les autres périodes de la même phase. Lors d'une phase quelconque, les participants jouent sur un marché à prix affichés et quantités pré-établies en information complète. En tout, un jeu dure 60 périodes, ce dont les participants ont été informés dès le départ.

Pendant la première phase du jeu, les capacités de production sont établies par les organisateurs. Les prix affichés lors de cette phase sont légèrement en dessous du prix d'équilibre mais ils s'approchent néanmoins de ce prix. Lorsque le choix des capacités de production des offreurs est exogène, les offreurs adoptent le comportement qui est prévu par l'analyse économique : afficher un prix auquel toute la quantité produite soit écoulée. Dans ce jeu, le résultat analytique semble vérifié.

En revanche, lorsque les joueurs prennent eux-mêmes les décisions de quantité, la quantité moyenne produite est plus proche de la quantité de l'issue concurrentielle que de la quantité de l'issue de l'équilibre analytique. Les prix sont dans un intervalle de $\pm 5\%$ du prix qui correspond au prix auquel toute la quantité produite peut être écoulée¹. Il semblerait que dans ce jeu, plus conforme à la définition du marché « hybride », les échanges se concluent plus souvent au voisinage de l'issue de concurrence qu'au voisinage de l'issue de l'équilibre.

Sur les trois séries d'expérimentations présentées, l'on ne peut pas trancher, de manière claire soit en faveur de l'issue de concurrence, soit en faveur de l'issue de l'équilibre analytique.

L'issue de l'équilibre analytique conserve un certain pouvoir d'attracteur, même si ce pouvoir n'est pas total et s'il se renforce avec l'expérience acquise par les participants. L'issue concurrentielle n'est toutefois pas à exclure, au moins dans un premier temps, lorsque les offreurs doivent choisir les quantités produites.

Comme on s'y attendait, l'on ne peut conclure en faveur d'une capacité systématique des marchés « hybrides » à converger vers l'issue d'équilibre. L'issue de concurrence ne semble pas plus robuste sur ces marchés... Les résultats obtenus sur ce contexte de marché rejoignent les résultats obtenus dans le paragraphe précédent sur un marché à production « sur commande » et fonction de coût marginal croissante. Toutefois, le nombre très réduit des travaux ne nous permet pas de tirer une conclusion solide. Il s'agit seulement de montrer que les résultats analytiques n'ont rien d'évident pour les participants à ces expérimentations.

¹ Cette tendance est encore plus nette lorsque les offreurs annoncent tous la même quantité.

Cette sous-section se termine avec la présentation d'un autre contexte de marché sur lequel les équilibres de Nash sont multiples : le marché avec concurrence « à la Bertrand » et fonction de coût marginal en forme de U.

2.2.3 Le marché avec concurrence « à la Bertrand » et fonction de coût marginal en forme de U : convergence des prix des échanges vers le prix le plus élevé de l'intervalle des prix d'équilibre

Ce contexte de marché étudié analytiquement par Dastidar [1995] a été exploré dans le cadre d'une approche expérimentale par Abbink et Brandts [2008]¹. Sur ce marché les offreurs produisent le bien avec des coûts de production croissants mais ils sont tenus de servir la totalité de la demande qui s'adresse à eux, même si la quantité demandée dépasse la quantité pour laquelle le prix affiché est égal au coût moyen. Comme sur un marché concurrentiel « à la Bertrand », seul l'offreur qui propose le prix le plus faible participe aux échanges. Si plusieurs offreurs affichent le même prix, ils se partagent la demande de manière égale. L'équilibre de Nash est indéterminé sur ce marché : en effet, tous les prix situés dans un intervalle donné jouent ce rôle. Quel que soit le prix choisi dans cet intervalle, le profit de l'offreur est nul. Sur le marché expérimental le nombre d'offeurs varie entre 2 et 4. Le jeu, organisé en information complète se déroule pendant 50 périodes. **Quel que soit le nombre de joueurs sur le marché, les prix moyens convergent vers une valeur très proche de la borne supérieure de l'intervalle de prix qui représente l'équilibre de Nash. Ce prix est largement supérieur au prix de l'issue concurrentielle dans le jeu.**

Sur les marchés sur lesquels l'équilibre de Nash existe et ne correspond pas à l'issue de concurrence, il semblerait que le pouvoir d'attraction de l'issue de concurrence est très affaibli. Les situations dans lesquelles les prix moyens des échanges convergent vers cette issue sont très rares (elles apparaissent plus fréquemment sur un contexte d'un marché « hybride » avec des participants « novices »). De plus, même lorsque le prix de l'issue de concurrence fait partie de l'intervalle des prix de l'équilibre (dans le cas des équilibres multiples), les transactions ne sont pas conduites vers cette issue : les offreurs préfèrent réaliser les échanges au prix le plus élevé de l'intervalle. Toutefois, l'on ne peut pas non plus

¹ Pour cette expérimentation le protocole utilisé est de type « tableau de profits ».

conclure en faveur du pouvoir d'attracteur du prix de l'issue de l'équilibre analytique : même si les échanges semblent être conduits vers cette issue, ils se stabilisent (lorsque c'est le cas) à un niveau inférieur.

Quelle que soit la situation de l'issue de concurrence sur le marché analytique (issue d'équilibre ou non), les expérimentations réalisées dans le cadre de cette deuxième vague semblent indiquer une faiblesse de la part de cette issue à attirer les échanges...

Comment interpréter alors la divergence entre les résultats obtenus lors de la première vague d'expérimentations et les résultats obtenus lors de la deuxième vague ? Le problème est compliqué par le fait que dans les premiers travaux réalisés, aucune analyse n'a été faite de la situation d'équilibre sur le marché référent aux expérimentations. On peut supposer que sur ces marchés, le cas le plus probable serait que l'équilibre n'existe pas en stratégies pures. Si c'était véritablement le cas, cela inclinerait à penser que sur les marchés sur lesquels il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures, les prix observés convergent vers l'issue concurrentielle et que sur les marchés sur lesquels il existe un équilibre en stratégies pures, qui coïncide ou non avec le prix de l'issue de concurrence, la convergence vers cette issue n'est plus garantie ? Afin de tester cette hypothèse, la sous-section suivante présente les résultats des expérimentations les plus récentes, réalisées sur des contextes de marché sur lesquels il n'existe pas d'équilibre de Nash.

2.3 Les marchés sur lesquels l'équilibre de Nash en stratégies pures est inexistant- troisième vague

Même si, du point de vue de l'analyse économique, ces contextes sont les plus nombreux parmi les contextes de marchés à prix affichés, ils ont été, pour l'instant, très peu étudiés dans le cadre d'une démarche expérimentale. Quant au contexte analytique « canonique », un marché à production « anticipée » et courbe de coût marginal en forme de U , ce contexte n'a jamais été traité dans le cadre d'une analyse expérimentale.

Le contexte d'un marché à production « anticipée » a été analysé par Guillen [2004] et Brandts et Guillen [2007]. Toutefois, leur protocole expérimental n'est pas identique au modèle analytique : la fonction demande est inélastique et le coût marginal de production des offreurs est constant. De plus, sur leurs marchés, les offreurs sont dotés d'un capital de départ

et peuvent être éliminés du marché s'ils font des pertes. Les résultats obtenus montrent de nombreuses situations finales de cartel, mais ces situations sont obtenues suite à la diminution du nombre d'offreurs.

D'autres contextes de marché, sur lesquels l'équilibre de Nash n'existe pas non plus, ont été traités dans le cadre d'une approche expérimentale. Une partie de ces travaux ont analysé le marché à production « sur commande » et fonction de coût marginal croissante. D'autres ont étudié le marché à production « sur commande », rendements d'échelle « constants » et capacités de production situées dans l'intervalle « intermédiaire »¹. Malgré leur nombre très faible, on peut dégager deux conclusions qui seront développées dans les deux paragraphes suivants. Le premier paragraphe présente les issues auxquelles ont abouti les échanges sur les marchés expérimentaux tandis que le deuxième paragraphe présente une analyse de l'hypothèse que les offreurs sur le marché adoptent des stratégies mixtes.

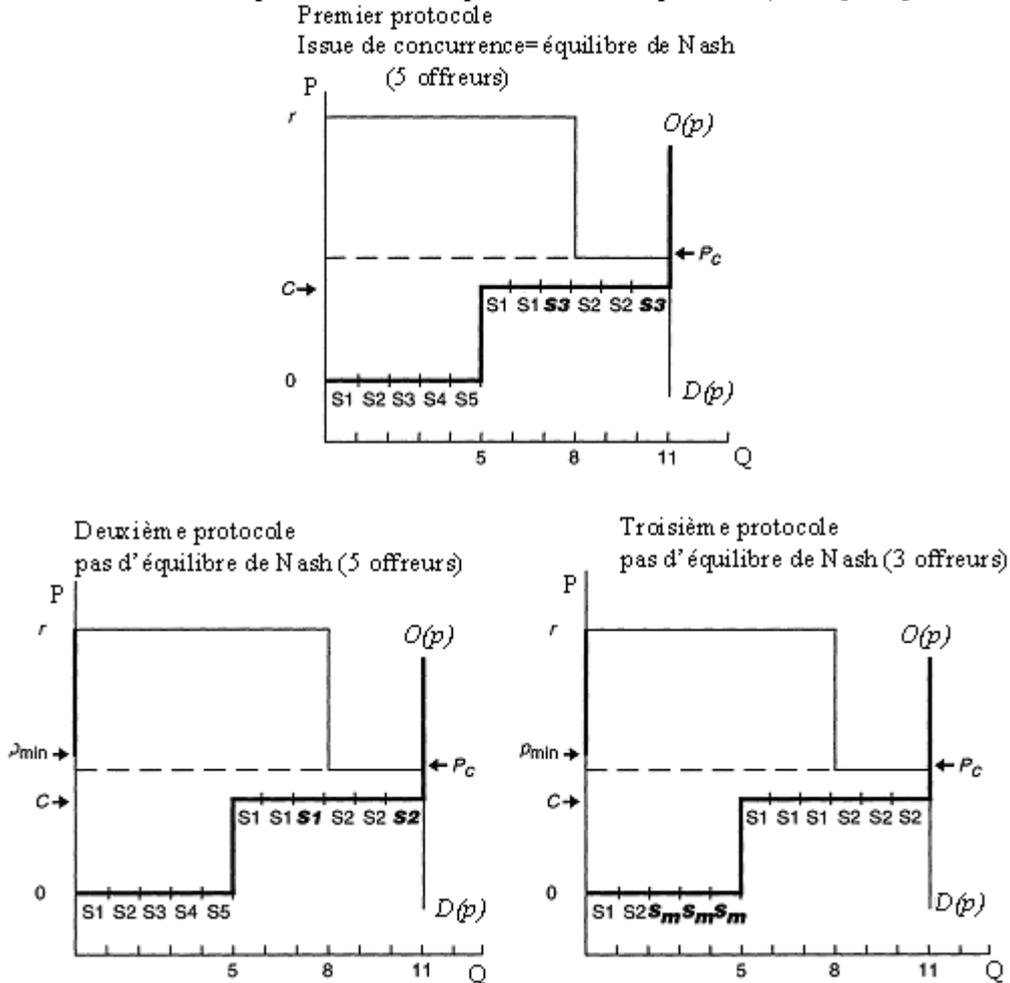
2.3.1 Diversité d'issues observées, quel que soit le contexte de marché

Davis et Holt [1994] sont parmi les premiers à présenter une analyse d'un marché expérimental à **production « sur commande » et rendements d'échelle décroissants** pour lequel il n'existe pas d'équilibre. Dans leur étude, Davis et Holt testent trois protocoles. Avec le premier protocole, « contrôle », le marché est disputé par 5 offreurs (notés S_i sur la figure 2.17) et l'issue de concurrence est un équilibre de Nash (ce marché apparaît sur le premier schéma sur la figure 2.17²). Avec le deuxième et le troisième protocole le nombre d'offreurs est soit de 5, soit, respectivement de 3, mais l'issue de concurrence n'est plus un équilibre de Nash et le seul équilibre de Nash sur ces marchés est en stratégies mixtes. Les bornes de l'intervalle des prix d'équilibre sont notées sur la figure ci-dessous p_{min} (situé au dessus du prix de l'issue de concurrence p_c) et r . Les offreurs sur le marché connaissent les conditions de production de tous les offreurs et la demande est simulée par l'ordinateur, ce dont les participants ont été également informés.

¹ Avec un mécanisme de report de la demande du type « le mieux disant, le premier servi » l'intervalle « intermédiaire » est borné à gauche par la quantité qui correspond à l'issue de Cournot tandis qu'avec un mécanisme de report « aléatoire », la borne gauche correspond à la quantité produite à l'issue de monopole.

² Pour Holt [1989] les offreurs sont sans « aucun pouvoir sur le marché » s'ils n'ont aucune incitation à dévier de l'issue de concurrence si les demandeurs sont servis par ordre décroissant de leurs valeurs de réserve. Dans ces conditions, l'issue de concurrence est un équilibre de Nash.

Figure 2.17 Les marchés correspondant aux trois protocoles testés par Davis, Holt [1994]

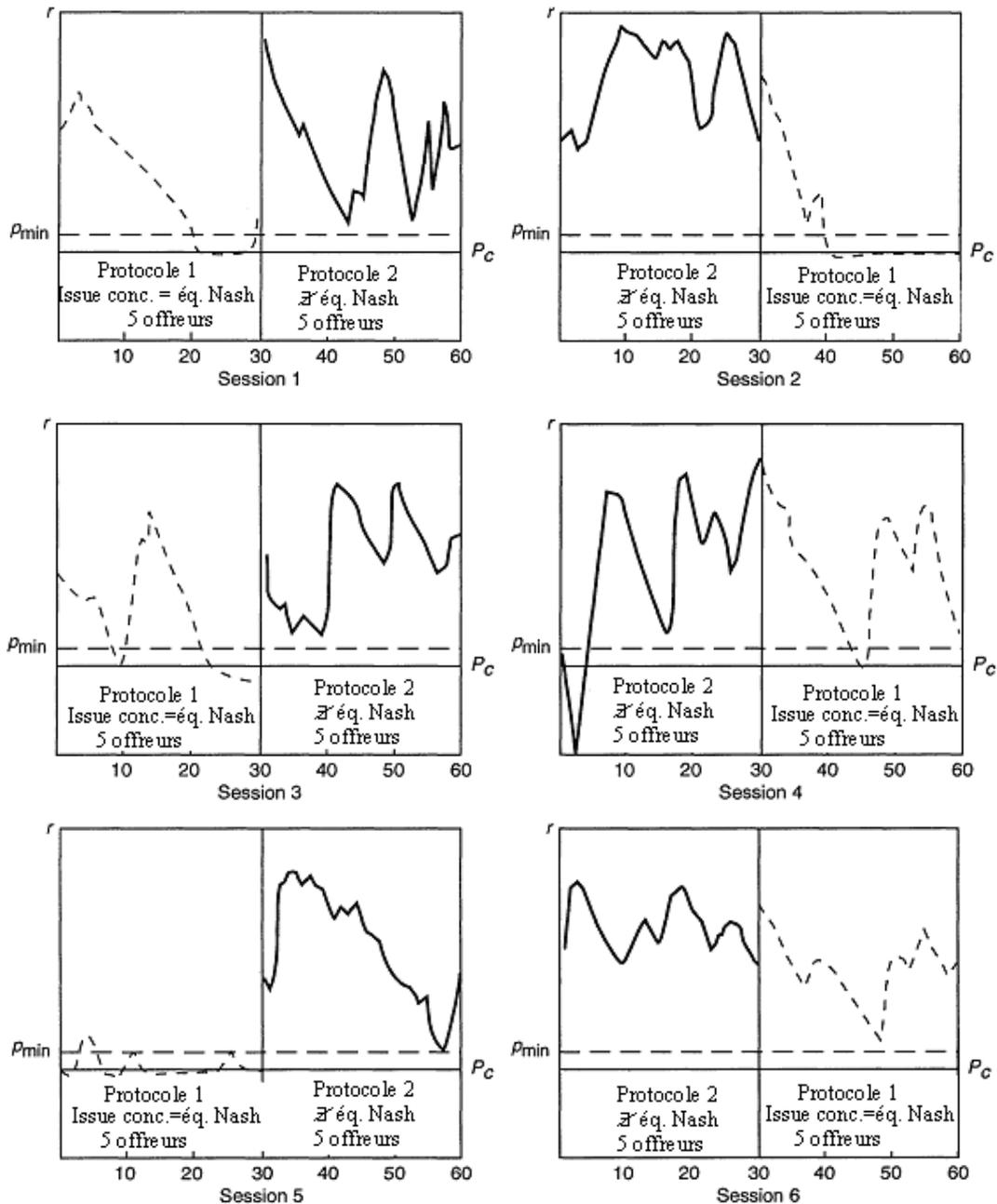


Source : Davis, Holt [1994]

Légende : les fonctions de demande et d'offre totales sont identiques sur tous les marchés. Les offreurs sont identifiés sur les marchés par S_i . Sur le troisième marché, l'offreur S_m résulte de la fusion entre S_3 , S_4 et S_5 . Le prix de l'issue de concurrence est situé à l'intersection entre l'offre totale et la demande totale et correspond à l'intervalle de prix $[c, p_c]$.

Le déroulement des expérimentations prévoit un changement du protocole au bout de 30 périodes, ce dont les participants ont été informés. Deux changements de protocole ont été introduites : lors des sessions 1-6 il y a eu des changements entre les protocoles 1 et 2 et dans les sessions 7-12 il a y eu des changements entre les protocoles 2 et 3 (l'ordre de ces changements varie aussi). Sur la figure 2.18 sont représentées les évolutions des prix moyens lors des sessions expérimentales 1-6 et sur la figure suivante apparaissent les évolutions des prix moyens lors des sessions 7-12.

Figure 2.18 Evolution des prix moyens sur les marchés 1-6 dans Davis, Holt [1994]



Source : Davis, Holt [1994]

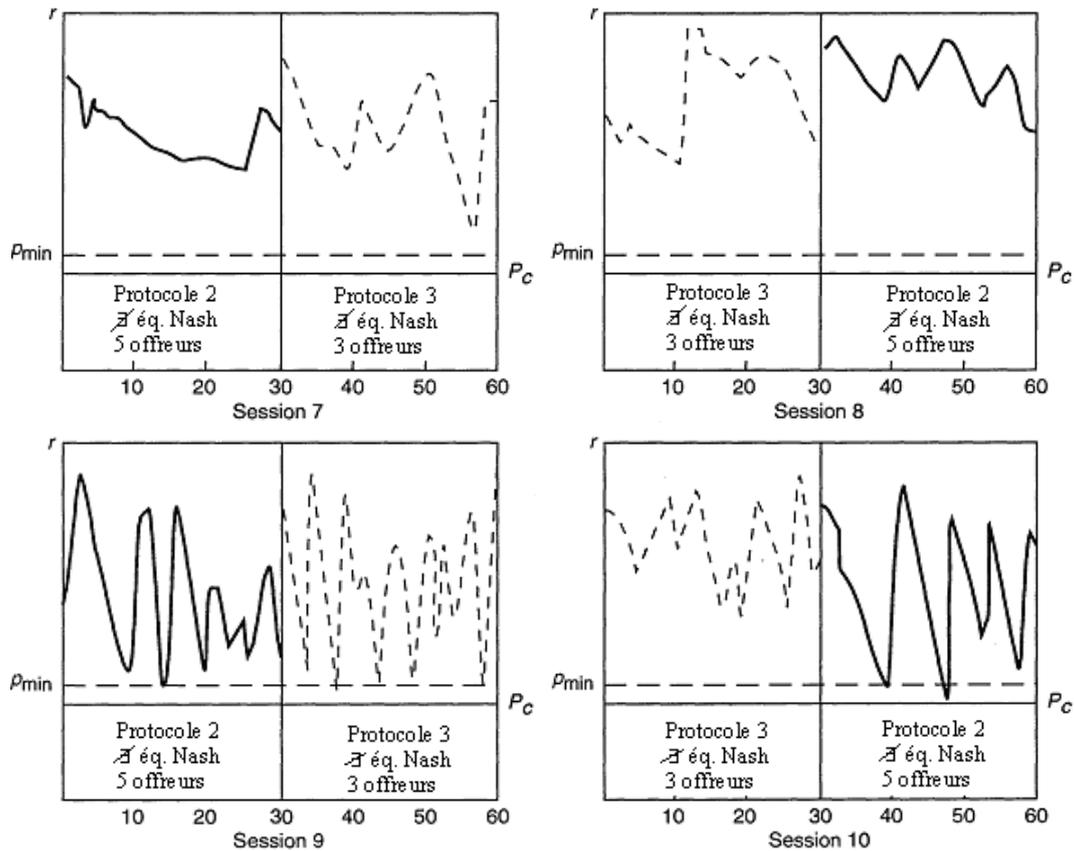
Sur les marchés sur lesquels on a utilisé le protocole 1 (l'issue d'équilibre analytique existe et coïncide avec l'issue de concurrence), les prix moyens semblent converger vers le prix de l'issue de concurrence¹. Sur les marchés sur lesquels on a utilisé le protocole 2 (il n'existe pas

¹ Il s'agit ici des 30 premières périodes sur les marchés 1, 3 et 5 et des 30 dernières périodes sur les marchés 2, 4 et 6. Le processus de convergence est plus évident sur les marchés sur lesquels le protocole 1 a été utilisé avant le protocole 2 (c'est-à-dire les marchés 1, 3 et 5).

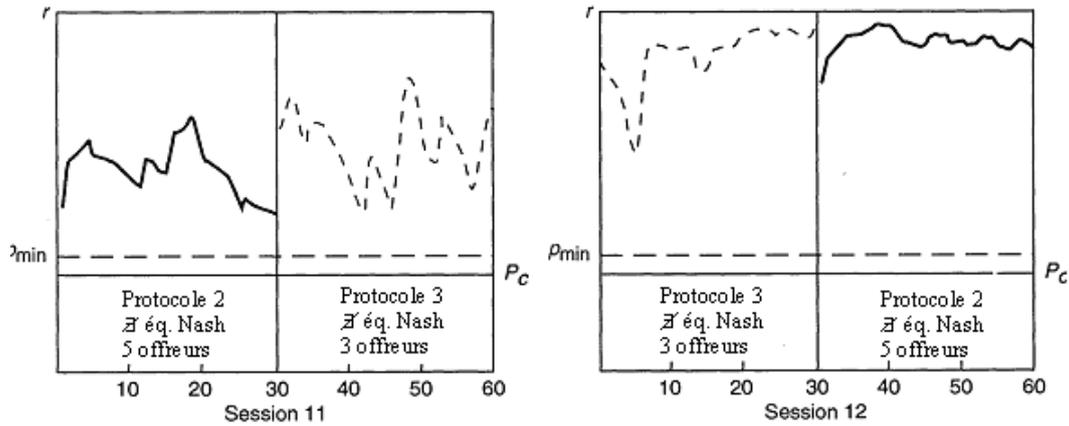
d'issue d'équilibre analytique en stratégies pures)¹, les prix moyens observés sont significativement supérieurs aux prix observés lors des périodes réalisées avec le protocole alternatif. De plus, les prix observés sur ces marchés sont supérieurs au prix limite inférieur du cycle à la Edgeworth. Les trajectoires diverses des prix moyens sur ces marchés ne permettent pas de tirer une conclusion robuste quant au schéma de leurs évolutions : les prix moyens semblent décrire, dans la plupart des cas une trajectoire qui peut rappeler le cycle de prix à la Edgeworth, mais l'ampleur de ce cycle est variable.

La modification du nombre d'offreurs n'a pas un impact significatif sur l'évolution générale des prix moyens sur les marchés, même si on peut constater une accélération du cycle de prix lorsque les offreurs sont peu nombreux sur les marchés.

Figure 2.19 Evolution des prix moyens sur les marchés 7-12 dans Davis, Holt [1994]



¹ Il s'agit ici de sessions 2, 4 et 6, lors des 30 premières périodes et de sessions 1, 3 et 5, lors des 30 dernières périodes.



Source : Davis, Holt [1994].

La diversité des trajectoires suivies par les prix moyens dans ce contexte de marché a été depuis confirmée par d'autres séries d'expérimentations. On peut mentionner les travaux de Wilson [1998] et de Davis et Wilson [2000]. Wilson analyse ce contexte de marché avec 5 offreurs avec deux protocoles différents concernant la quantité d'informations mise à la disposition des offreurs. Avec le premier protocole les offreurs sont en information complète tandis qu'avec le deuxième, les offreurs sont en information privée (ils connaissent toutefois l'ensemble des prix affichés à la période précédente). Lors des expérimentations réalisées selon le premier traitement, les prix observés sont plus élevés que le prix modal de la distribution des prix d'équilibre et donc plus élevés aussi que le prix de l'issue concurrentielle. Dans 8 des expérimentations réalisées avec le deuxième protocole les prix observés sont également plus élevés que le prix de l'issue de concurrence tandis que sur les 4 autres marchés, les prix observés sont plus faibles que le prix de l'issue de concurrence.

Davis et Wilson [2000] étudient à leur tour ce contexte de marché. 3 offreurs jouent pendant 30 périodes sans connaître ni la durée totale de l'expérimentation, ni les conditions de production des autres offreurs sur le marché. En revanche, les offreurs sont informés des conditions d'écoulement du bien. A la fin d'une période les participants reçoivent un compte rendu complet de toutes les transactions réalisées sur le marché. Aucune trajectoire type ne semble émerger des trajectoires observées. Contrairement aux travaux précédents, les prix observés sur ces marchés sont proches du prix modal de la distribution des prix d'équilibre¹. Ce résultat a également été obtenu par Kruse [1993] sur un marché de duopole lors d'une

¹ Grâce aux travaux de Holt et Solis-Soberon [1992], il y a aujourd'hui une méthodologie pour calculer la forme des stratégies à l'équilibre sur un marché avec production sur commande et avec des fonctions d'offre et de demande discrètes.

série d'expérimentations de 20 périodes déroulées sous les mêmes conditions concernant la quantité totale d'informations mise à la disposition des offreurs.

Le marché à **production « sur commande » et rendements d'échelle constants (capacités de production dans l'intervalle « intermédiaire »)** a été exploré pour la première fois par Kruse, Rassenti, Reynolds *et al.* [1994] sur un marché avec 4 offreurs et demande simulée par l'ordinateur. Les expérimentations ont duré 60 périodes et les offreurs ne connaissent pas le moment précis de la fin de l'expérimentation. Trois traitements de l'information ont été proposés : dans le premier traitement les offreurs connaissent uniquement leurs propres conditions de production, dans le deuxième traitement les offreurs connaissent aussi les conditions de production de leurs adversaires et enfin, dans le troisième traitement, les offreurs connaissent en plus, la fonction de demande du marché. Les résultats obtenus ont montré que la quantité d'information à la disposition des offreurs ne semble pas avoir un impact significatif sur les prix affichés. Les trajectoires observées ne semblent pas se « soumettre » à une évolution quelconque. En effet, les prix des transactions convergent tantôt vers le prix de l'issue de concurrence, tantôt vers le prix de l'issue de cartel. Sur d'autres marchés, les prix ne se stabilisent pas et semblent décrire un cycle à la Edgeworth.

Ce contexte de marché a été également exploré par Isaac et Reynolds [2002]. Sur ces marchés le nombre d'offeurs varie entre 2 et 4. Les expérimentations durent 10 périodes et les offreurs connaissent la durée totale des expérimentations. Les participants connaissent uniquement leurs propres conditions de production et les résultats obtenus à la fin de chaque période sont des informations privées. Sur ces marchés, les prix ne semblent pas évoluer selon un schéma prédéfini. Sur certains marchés ils semblent décrire un cycle à la Edgeworth tandis que sur d'autres marchés ils varient entre le prix de l'issue concurrentielle et le prix de l'issue de monopole. Aucune conclusion ne peut être tirée quant au rôle joué par le nombre d'offeurs sur l'issue observée.

Enfin, Puzzello [2007] propose une étude de ce contexte de marché dans le cadre d'un duopole sur lequel les offreurs ont à leur disposition une information publique concernant les fonctions d'offre et de demande ainsi que les résultats obtenus à la fin de chaque période. En tout, ces expérimentations se sont déroulées pendant 60 périodes, ce dont les participants ont été informés dès le début. Sur ces marchés aussi, toutes les évolutions *a priori* possibles ont été constatées.

On peut donc conclure que, **quel que soit le contexte de marché étudié, les travaux réalisés lors de la troisième vague (sur des marchés sur lesquels il n'existe pas d'issue d'équilibre en stratégies pures) mettent en lumière un résultat très différent des expérimentations de la première vague : les prix moyens observés ne semblent pas décrire la trajectoire « habituelle » de convergence vers le prix de l'issue de concurrence.** Au contraire, même pour les expérimentations conduites dans un cadre de marché analytique identique, les prix moyens peuvent décrire une variété très impressionnante de trajectoires différentes : convergence vers le prix de l'issue de concurrence, convergence vers le prix de l'issue de monopole, convergence vers un prix intermédiaire situé entre ces deux issues et enfin, les prix moyens peuvent ne pas converger vers aucune issues et ils décrivent, dans ce cas un cycle de prix d'une ampleur plus ou moins égale à l'ampleur d'un cycle à la Edgeworth.

Cette « richesse » d'issues finales observées trouve son origine dans le fait que sur ces contextes de marché il n'y avait pas, de toute manière, aucun point attracteur, fut-il seulement local. Il n'est donc pas du tout étonnant que les participants sur ces marchés, lorsqu'ils sont demandés de proposer des politiques, ne soient conduits par aucun principe directeur général. Comme on pouvait s'y attendre, sur un marché sans équilibre toutes les issues deviennent possibles. La question est de savoir ce qui fait que certains marchés convergent vers un type d'issue et d'autres vers une issue différente... Bien qu'on puisse être sceptique quant à la capacité des offreurs à calculer les stratégies mixtes d'équilibre, cette question sera traitée dans le paragraphe suivant, ce qui nous permettra de conclure, avec des arguments d'ordre pratique très forts, contre l'acceptabilité de cette hypothèse.

2.3.2 L'hypothèse que les participants adopteraient des stratégies mixtes réfutée par toutes les expérimentations réalisées

Si les participants avaient adopté des stratégies mixtes, alors la distribution des prix observés devraient être identique (ou très semblables) à la distribution théorique des prix à l'équilibre, lorsqu'il est possible de calculer cette distribution. Les résultats concernant cette hypothèse sont assez mitigés. D'une part, Kruse [1993] et Davis et Wilson [2000] montrent que les prix moyens se situent au voisinage du prix modal de la distribution

de prix d'équilibre¹. D'autre part, Davis et Holt [1994] et Wilson [1998] montrent que les prix moyens observés sont supérieurs aux prix qui auraient été affichés si les joueurs avaient adopté la stratégie mixte d'équilibre².

Néanmoins, tous les auteurs qui ont exploré ces contextes de marché attirent l'attention sur le fait que les trajectoires ordonnées des prix des transactions observées dans leurs expérimentations ne sont pas compatibles avec l'hypothèse que les offreurs adopteraient des stratégies mixtes. Cette dernière remarque nous renvoie à la question de savoir si l'hypothèse que les participants adoptent des stratégies mixtes (pas forcément les stratégies mixtes de l'équilibre mais des stratégies mixtes tout court) peut être défendue dans cet environnement expérimental...

Pour que l'on puisse considérer que les participants aux expérimentations adoptent des stratégies mixtes, les politiques adoptées devraient vérifier la condition suivante : **les prix affichés devraient être des variables aléatoires indépendantes par rapport aux prix affichés pendant les autres périodes.** Toutes les expérimentations qui ont testé cette hypothèse ont dû la réfuter : lorsqu'ils adoptent leurs décisions, les offreurs prennent en compte les prix qu'ils ont affichés lors des périodes précédentes. L'analyse la plus complète du comportement des offreurs apparaît dans les travaux de Kruse, Rassenti, Reynolds *et al.* [1994] qui présentent une analyse économétrique pour l'équation du prix affiché par un joueur à une période quelconque. D'après leurs résultats, le prix affiché par un offerreur dépend à la fois de ses prix passés mais également des prix passés affichés par les adversaires. Les auteurs caractérisent les politiques de fixation de prix lors de leurs expérimentations comme se situant entre un comportement de type « meilleure réponse »³ et un comportement de simple reproduction de la politique antérieure.

L'hypothèse que les joueurs adopteraient des stratégies mixtes est réfutée sur tous les marchés expérimentaux. Ce résultat annule de fait l'hypothèse que l'issue de l'équilibre

¹ L'information concernant le nombre exacte de périodes que dure l'expérimentation ne semble pas avoir l'effet escompté : les participants dans les expérimentations dans lesquelles les prix observés suivent une distribution qui est proche de la distribution des prix à l'équilibre de Nash ne connaissaient pas le nombre exact de périodes qu'ils allaient jouer. En revanche, dans les marchés dont les deux distributions sont différentes, les participants étaient tous informés du nombre exact de périodes.

² Dans les expérimentations réalisées par Wilson, il semblerait que cette tendance est encore plus accentuée dans les marchés avec information complète.

³ Cette stratégie consiste à adopter la politique de maximisation du profit sous l'hypothèse que les adversaires continuent d'adopter les mêmes politiques qu'à la période précédente

analytique, lorsqu'il peut exister sous l'hypothèse que les offreurs adoptent des stratégies mixtes, puisse avoir un quelconque pouvoir prédictif. Du point de vue des participants, l'Univers dans lequel ils agissent est, *de facto*, sans équilibre.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une revue des principaux résultats des expérimentations réalisées sur les marchés à prix affichés depuis les 40 dernières années.

A première vue, les expérimentations réalisées sur les marchés à prix affichés allaient dans le sens d'une confirmation « par la pratique » de l'hypothèse que, sur un marché décentralisé, l'on peut faire « comme si » un commissaire priseur existait vraiment : les premiers travaux réalisés dans ce contexte de marché montraient une capacité robuste des prix affichés à converger vers le point de l'issue de concurrence. La vitesse de ce phénomène était certes, moins rapide que sur un marché à double enchère publique (l'autre contexte de marché décentralisé exploré expérimentalement) et les prix affichés pendant le processus de convergence étaient supérieurs au prix de l'issue de concurrence. C'est cette leçon que beaucoup ont retenu des résultats expérimentaux et ce d'autant plus facilement qu'elle semblait valider une longue tradition. Elle permettait de contourner en quelque sorte les résultats analytiques obtenus dans ce contexte de marché marqués par l'absence d'une issue d'équilibre et par l'incertitude concernant la forme que prendraient les échanges réalisés sur ces marchés.

Les travaux expérimentaux réalisés ces 20 dernières années remettent sérieusement en cause cette conclusion. La démarche suivie s'inspire des travaux analytiques et on peut identifier les différents contextes de marché analytiques « standard » (présentés dans le premier chapitre de la thèse). En revanche, le souci avec ces travaux est qu'ils manquent de cadre unitaire d'analyse, ce qui rend les comparaisons transversales difficiles à réaliser. On peut, cependant, dégager quelques conclusions générales pour ces contextes de marché.

Les résultats obtenus par ces travaux réfutent tant l'hypothèse de la « main invisible » (les échanges seraient irrésistiblement attirés par le point de l'issue de concurrence) que l'hypothèse fondamentale de l'équilibre de Nash (les échanges seraient attirés par l'issue qui

représente un équilibre dans le modèle analytique du marché). Aucune de ces deux hypothèses n'est robuste à la lumière des résultats expérimentaux. Même sur les contextes de marché sur lesquels l'issue de concurrence représente une issue d'équilibre, on ne converge pas systématiquement vers cette issue. Sur les contextes de marché sur lesquels l'issue de concurrence n'est pas un équilibre mais sur lesquels il existe une autre issue d'équilibre, les échanges ne sont conduits systématiquement ni vers l'issue de concurrence, ni vers l'issue de l'équilibre.

Une partie des différences entre les résultats obtenus peuvent se justifier par les variations du protocole expérimental... Mais il reste des différences entre les issues finales observées même parmi les marchés réalisés selon le même protocole expérimental.

La plupart des expérimentations réalisées lors de cette deuxième vague s'intéressent aux marchés sur lesquels il existe une issue d'équilibre du point de vue de l'analyse économique ... Toutefois, ces contextes de marché ne représentent que des exceptions dans le paysage des marchés à prix affichés. Comme le premier chapitre de la thèse l'a montré, le résultat « habituel » pour un marché à prix affiché est qu'il n'existe pas d'équilibre... Or ces marchés ont été étudiés expérimentalement seulement très récemment et très peu. Les études existantes ne présentent pas non plus des résultats « rassurants » : il semble que, sur ces marchés aussi, l'on voie apparaître toutes les évolutions *a priori* possibles pour les prix. La raison de ces différences échappe à l'analyse : aucun des travaux cités ne semble s'interroger sur les sources de ces écarts en les rapportant, par exemple, aux stratégies développées par les acteurs et à ce qui les motive¹.

L'analyse des expérimentations réalisées sur les marchés à prix affichés nous laisse dans le même état que l'analyse des résultats « théoriques » que nous avons menée au chapitre précédent : sur un marché à prix affiché habituel (c'est-à-dire sur lequel il n'existe pas d'issue d'équilibre) tout semble *a priori* possible, sans que l'on puisse dire ce qui fait qu'une issue plutôt qu'une autre soit sélectionnée. Loin de l'économie des manuels, pour lesquels il n'existe aucun doute sur le fait que ce type de marché fonctionne sur le modèle du marché à commissaire priseur, on est conduit à un scepticisme complet sur la possibilité d'établir des « lois » ou des propositions claires sur le fonctionnement d'un marché à prix affichés... L'on

¹ La seule conclusion claire à ce sujet est que les stratégies ne peuvent pas être interprétées en termes de stratégies mixtes.

ne sait, à la fin de la première partie ni quel est le mode de fonctionnement d'un marché à prix affichés, ni sur quelles bases les participants sur ces marchés adoptent leurs politiques.

Pour tenter d'éclairer cette question de la relation entre les issues et les conduites des agents, il nous est donc apparu indispensable de réaliser nos propres expérimentations. Cette démarche nous paraissait d'autant plus nécessaire que le marché qui nous semblait être le plus représentatif pour l'analyse économique, le marché à production « anticipée », demande « parfaitement » fluide et courbe de coût marginal en forme de U, n'avait pas, jusqu'à présent, reçu de la part de la littérature une attention suffisante.

PARTIE II

Pour tenter de faire avancer notre réflexion sur la question du fonctionnement d'un marché décentralisé et à concurrence libre, il a fallu trancher parmi la multitude de contextes de marché existants. Le marché à prix affichés, production « anticipée » et fonction de coût marginal en forme de U s'est imposé à nous, car ce contexte de marché réunit toutes les hypothèses habituelles de l'analyse économique. Sur ce marché le bien est homogène, la demande est parfaitement fluide et la production a lieu avant que les offreurs affichent leurs prix de vente¹.

Notre travail était animé par de multiples questions Qu'allions nous découvrir sur ce marché sur lequel nous avons montré qu'en théorie, il n'existe pas d'équilibre de Nash ? Allait-on observer, comme d'autres expérimentateurs l'ont fait avant nous et pour d'autres contextes de marché de ce type, qu'il est impossible de prévoir une trajectoire pour les prix ?

Sur ce contexte, on le verra, les résultats de toutes nos expérimentations amènent à un résultat sans équivoque : c'est toujours l'issue concurrentielle qui s'impose (ou à peu de choses près). Ce résultat, au lieu de nous réjouir (car on aurait pu se contenter d'y voir l'effet « magique » de la main invisible) a relancé le caractère énigmatique de la conjecture de concurrence « efficiente ». Comment s'explique cette convergence systématique de nos expérimentations vers l'issue de concurrence (et la stabilité de celle-ci), alors que cette issue n'est pas un équilibre du jeu stratégique référent à l'expérimentation ?

Cette partie est organisée en deux chapitres. Le premier chapitre présente le cadre de marché de référence et les protocoles des expérimentations réalisées. Il montre également que, à la fin des expérimentations, l'issue de concurrence s'impose sur tous nos marchés... Le deuxième chapitre tente de résoudre cette énigme.

¹ Par demande parfaitement fluide nous entendons que les consommateurs peuvent se déplacer sans aucun coût (ni de transport, ni d'information) vers l'offreur qui affiche le prix le plus faible. Les consommateurs réalisent leurs achats uniquement en fonction de leurs valeurs de réserve : ils achètent tant que le prix affichés est inférieur ou égal à cette valeur. Les offreurs sont ainsi mis en concurrence parfaite les uns avec les autres.

CHAPITRE 3. ANALYSE DES PHENOMENES OBSERVES SUR NOS MARCHES EXPERIMENTAUX A PRIX AFFICHES, PRODUCTION « ANTICIPEE » ET FONCTION DE COUT MARGINAL EN U

S'il est un contexte de marché qui a pu « échapper » aux expérimentations réalisées jusqu'ici (malgré le fait que la démarche suivie a été, on a pu le constater dans le chapitre précédent, presque casuistique), c'est le marché que nous analysons. Cet « oubli » peut se comprendre si l'on se rappelle de l'évolution historique des expérimentations sur les marchés à prix affichés et du peu d'intérêt qui a été témoigné aux contextes de marchés sans équilibre en stratégies pures. Même lorsque quelques expérimentateurs se sont aventurés à explorer l'univers des marchés sans équilibre (qui représentent, pourtant, du point de vue de l'analyse économique la règle générale), leurs analyses ont contourné ce cadre de marché en lui préférant les marchés à production « sur commande » avec des coûts marginaux constants ou avec des coûts marginaux croissants et discrets.

Mais toujours est-il que le marché à prix affichés, production anticipée et demande fluide est présenté dans tous les manuels de microéconomiques comme étant le modèle « canonique ». Ce chapitre en donne une version particulière qui a servi comme modèle de référence pour toutes nos expérimentations (et, nous le verrons, dans les chapitres suivants, comme référence aux simulations informatiques également). Il est organisé en deux sections. La première section présente le contexte de marché modélisé. Nous y montrons que sur ce marché analytique, il n'existe pas d'équilibre de Nash en stratégies pures. La deuxième section présente les principaux résultats obtenus lors des six sessions expérimentales réalisées.

1. Le cadre de marché utilisé et le protocole expérimental

La première partie de cette section présente le contexte de marché sur la base duquel toutes les expérimentations ont été construites tandis que la deuxième partie présente les protocoles utilisés dans les séances expérimentales.

1.1 *Le contexte de marché*

Dans le premier paragraphe de cette sous-section nous présentons le contexte de marché modélisé. Le deuxième paragraphe montre que sur ce marché il n'existe pas d'équilibre de Nash et présente quelques issues analytiques de référence : l'issue de concurrence, l'issue de cartel et l'issue de cycle de prix à la Edgeworth.

1.1.1 Présentation générale du cadre de marché analysé

Sur ce marché n vendeurs produisent un bien homogène (des fraises) avec un coût marginal de production quadratique. Les conditions de production sont identiques pour tous les vendeurs. Le coût marginal pour produire une quantité q est égal à :

$$Cm(q) = a(q - q_0)^2 + b \quad (3.1)$$

où : q_0 est la quantité pour laquelle le coût marginal atteint son minimum

a est un paramètre de calibrage du modèle¹

b est le minimum de la fonction de coût marginal².

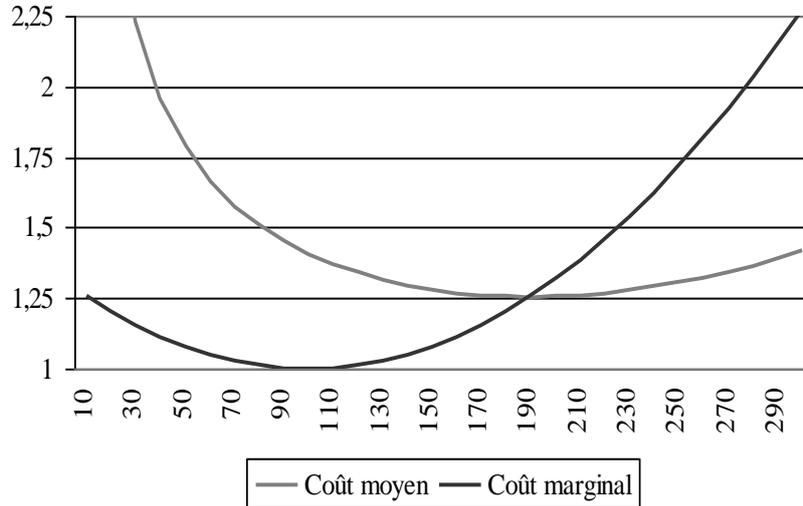
Le coût total est calculé comme l'intégrale de la fonction de coût marginal à laquelle un coût fixe de 30 Um a été rajouté. Le coût moyen, défini comme le rapport entre le coût total et la

¹ Lors des expérimentations la valeur de ce paramètre a été de $0.32 \cdot 10^{-4}$.

² Dans les expérimentations, b est égal à 1.

quantité produite, atteint le minimum en 1.25 pour une production de 190 kilos. La capacité maximale de production d'un offreur est limitée à 300 kilos. Les deux fonctions de coût (moyen et marginal) peuvent être représentées de la manière suivante :

Figure 3.1 Représentations des fonctions de coût (moyen, marginal) utilisées lors de nos expérimentations



La fonction de demande totale est décroissante, iso-élastique et est calibrée en rapport avec le nombre n d'offeurs.

$$D(p) = nA p^\alpha \tag{3.2}$$

où n est le nombre de vendeurs sur le marché,

p est le prix affiché,

A est un paramètre de calibrage,¹

α est le coefficient d'élasticité de la demande².

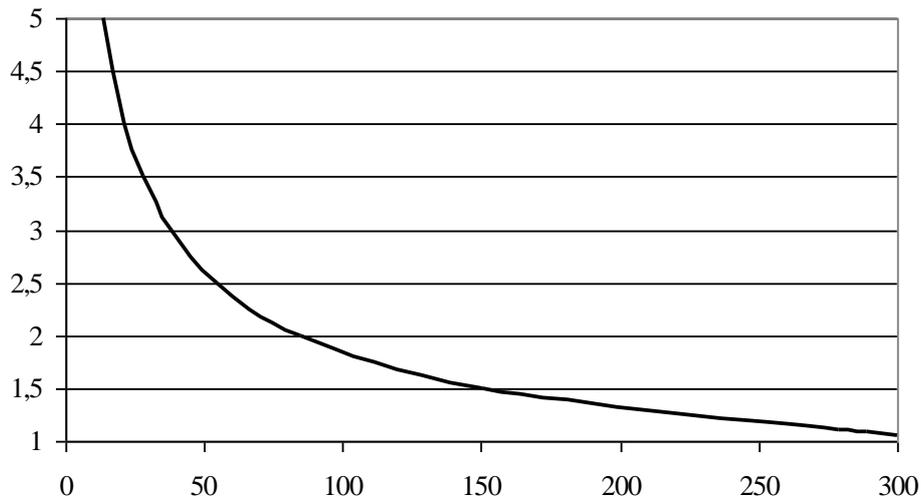
La demande fractionnelle ($\frac{1}{n}$ de la demande totale au prix affiché) est représentée sur la

Figure 3.2 ci dessous :

¹ Dans les expérimentations réalisées la valeur de ce paramètre est de 336,8.

² Dans toutes nos expérimentations le coefficient d'élasticité de la demande par rapport au prix affiché a été de -1,99.

Figure 3.2 Demande fractionnelle sur le marché analysé



La quantité de 300 kilos (la limite de la capacité de production d'un offreur) est écoulee au prix de 1.06 Um. Il n'y a pas de prix pour annuler la demande fractionnelle (à titre d'exemple, une seule unité du bien peut être écoulee au prix de 19).

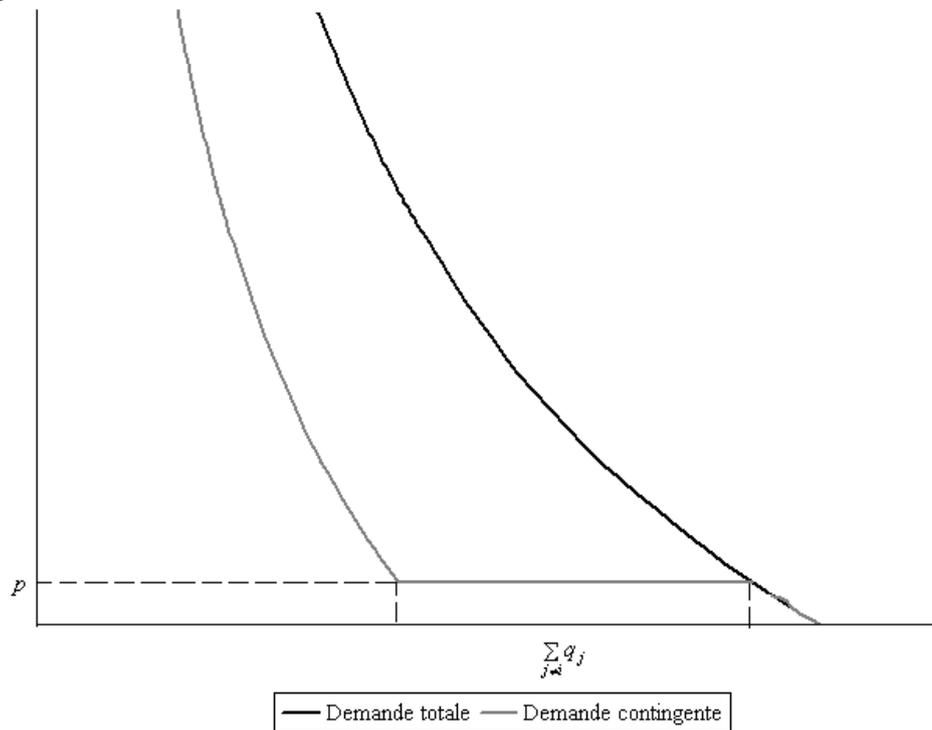
Dans 5 des expérimentations le mécanisme de report de la demande a été de type « aléatoire ». Ce mécanisme fait l'hypothèse que les demandeurs sont servis par ordre d'arrivée sur le marché, sans tenir compte de leur valeur de réserve. Pour simplifier l'exposé on suppose que tous les offreurs, sauf i affichent un prix égal à p . La fonction de demande contingente de l'offreur i au prix p_i est égale à :

$$d(p_i) = \begin{cases} D(p_i), & \text{si } p_i < p \\ \frac{1}{n} D(p_i), & \text{si } p_i = p \\ D(p_i) \left(1 - \frac{\sum_{j \neq i} q_j}{D(p)} \right), & \text{si } p < p_i \end{cases} \quad (3.3)$$

où : $\sum_{j \neq i} q_j$ est la quantité mise en vente au prix p par les concurrents de i .

La demande contingente d'un offreur lorsque tous ces adversaires adoptent une politique (p, q_j) est représentée en gris la figure ci-dessous.

Figure 3.3 La demande contingente d'un offreur lorsque le mécanisme de report de la demande est « aléatoire »



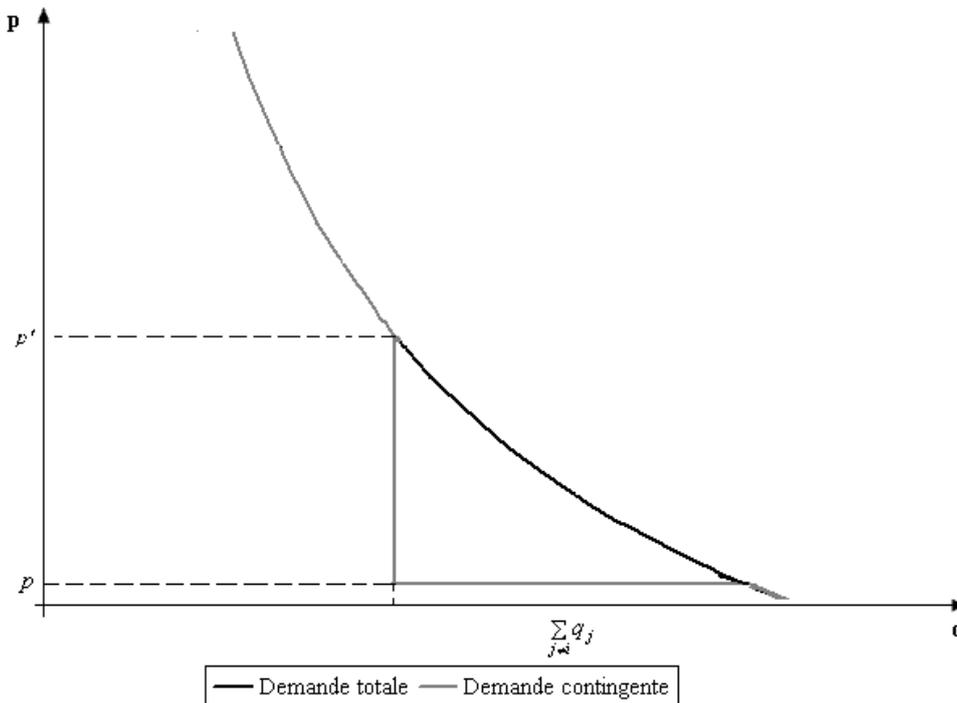
Dans l'une des sessions expérimentale (E_6) le mécanisme de report de la demande est du type « le moins disant, le premier servi ». Avec ce mécanisme, les consommateurs sont servis par ordre croissant de leurs valeurs de réserve. En théorie, ce mécanisme offre le plus d'incitations aux vendeurs à proposer des prix élevés. A notre connaissance, ce mécanisme, n'a pas été utilisé dans d'autres expérimentations. La courbe de demande contingente d'un offreur i sur un marché de ce type, lorsque tous les autres offreurs affichent un prix p est égale à :

$$d(p_i) = \begin{cases} D(p_i), & \text{si } p_i < p \\ \frac{1}{n} D(p_i), & \text{si } p_i = p \\ D(p) - \sum_{j \neq i} q_j, & \text{si } p < p_i < p' \\ D(p_i)^{j \neq i}, & \text{si } p_i > p' \end{cases} \quad (3.4)$$

avec p' tel que : $D(p') = D(p) - \sum_{j \neq i} q_j$.

D'après (3.4) la courbe de demande contingente se confond avec le courbe de demande totale pour tout prix supérieur au prix p' . Si le prix affiché est inférieur au prix p le joueur peut servir toute la demande non servie au prix p par ses concurrents ($D(p) - q$). Cette courbe est représentée sur le graphique ci-dessous.

Figure 3.4 La demande contingente avec un mécanisme de report de la demande du type « le moins disant, le premier servi »



Quel que soit le mécanisme de report de la demande et quel que soit le nombre d'offreurs, il n'y a pas d'équilibre de Nash sur ce marché.

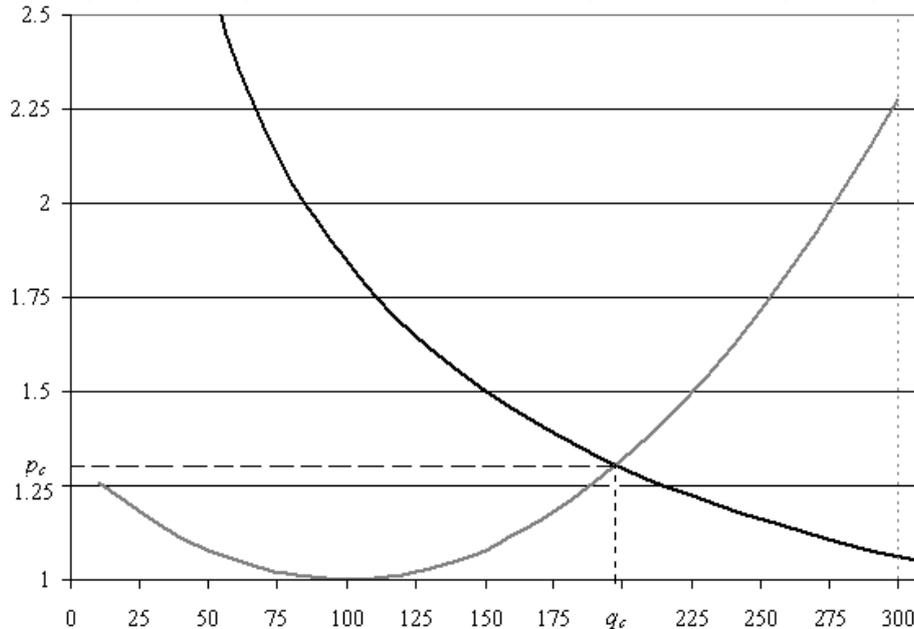
1.1.2 Inexistence d'un équilibre de Nash en stratégies pures sur le marché et présentations des issues de référence (issue de concurrence, issue de cartel et issue de cycle de prix à la Edgeworth)

Le Chapitre 1 a montré que sur un marché à production « anticipée » et fonction de coût marginal en forme de U, la seule issue « candidate » à l'équilibre est l'issue de concurrence. Pour étudier l'existence d'un équilibre sur le marché, on analyse la situation d'un offreur i lorsque tous ses adversaires adoptent la politique de l'issue de concurrence.

L'issue de concurrence correspond à la politique qu'adopteraient les offreurs si les règles de transaction étaient celles d'un marché à la Walras. Elle est obtenue par l'intersection de la courbe de demande totale avec la courbe d'offre totale (obtenue sous l'hypothèse que tous les offreurs sur le marché adoptent un comportement qui consiste à produire la quantité pour laquelle le prix affiché égalise le prix). Comme la demande totale est obtenue par l'agrégation de n courbes de demande fractionnelles identiques et comme l'offre « concurrentielle » est obtenue par l'agrégation de n courbes de coût marginal identiques, l'issue de concurrence

peut être calculée à l'intersection entre la demande fractionnelle et le coût marginal. Cette politique consiste à afficher un prix de 1.3 Um et à produire une quantité de 200 kilos. Le profit obtenu est de 8.77 Um. A cette issue, le surplus des consommateurs est de 263 Um tandis que le surplus des offreurs est de 302 Um.

Figure 3.5 La politique qui correspond à l'issue de concurrence pour un offreur quelconque

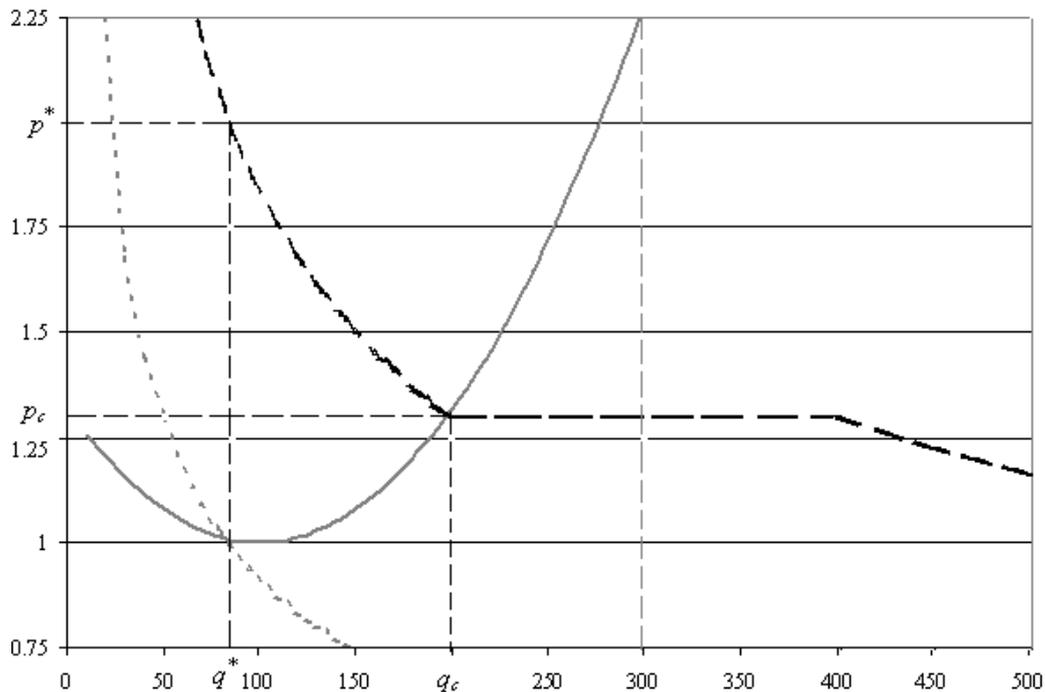


Pour simplifier la démonstration de l'inexistence d'un équilibre de Nash, supposons qu'il n'y a que deux offreurs sur le marché dont un qui affiche la politique de l'issue de concurrence. Si le mécanisme de report de la demande est du type « le moins disant, le premier servi », il est évident, d'après la figure 3.4 que le deuxième offreur a intérêt à dévier de la politique de l'issue de concurrence en affichant le prix p' auquel il peut mettre en vente la même quantité q_c .

Lorsque le mécanisme de report de la demande est de type « aléatoire », le deuxième adversaire peut réaliser une exploitation monopolistique de la demande contingente en adoptant la politique de maximisation $(p^*; q^*)$ ¹. Il s'en suit qu'il n'existe pas d'issue d'équilibre avec ce mécanisme de report de la demande non plus.

¹ Dans ce cas, sa politique optimale se trouve à l'intersection de sa courbe de recette marginale avec la courbe de coût marginal (voir la figure 3.6).

Figure 3.6 Inexistence d'un équilibre de Nash sur le marché lorsque le mécanisme de report de la demande est de type « aléatoire »



Note de lecture : la demande contingente du deuxième offreur est tracée en noir et en pointille et la courbe de recette marginale déduite de la demande contingente est tracée en gris et en pointillés. La courbe de coût marginal est en gris et en continu. La quantité « optimale » est déterminée à l'intersection de la courbe de recette marginale avec la courbe de coût marginal : $Rm(q^*) = Cm(q^*)$. Le prix « optimal » est déduit de la fonction inverse de demande contingente $D^{-1}(q^*) = p^*$.

Sur ce marché, la politique de l'issue de concurrence n'est pas stable car, une fois qu'elle est atteinte, les offreurs ont plutôt intérêt à afficher la politique de l'issue de cartel, l'issue qui représenterait d'ailleurs une issue d'optimum de Pareto, du point de vue des offreurs¹. Sur le marché analysé, la politique de l'issue de cartel coïncide avec la politique de l'issue de monopole. Cette issue se déduit de la courbe de coût marginal et de la demande fractionnelle. Le calcul de cette stratégie est classique : un offreur choisit de produire la quantité qui maximise son profit. Cette quantité se trouve à l'intersection entre la courbe de recette marginale et la courbe de coût marginal.

$$q_m \text{ t.q. } \frac{\partial \pi}{\partial q} = 0 \rightarrow Rm(q_m) = Cm(q_m) \quad (3.5).$$

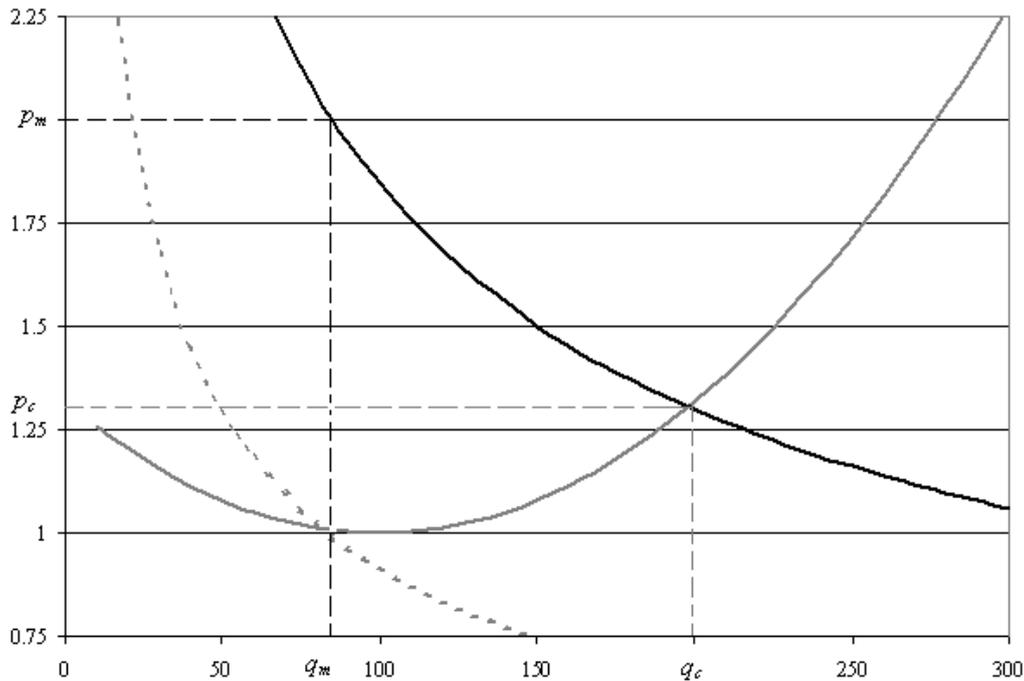
La quantité qui résulte de cette égalisation (q_m) est ensuite mise en vente au prix le plus élevé permis par la fonction de demande.

¹ A l'issue de cartel, les offreurs maximisent leurs profits conjoints.

$$p_m \cdot q_m : \frac{1}{n} D^{-1}(q_m) = p_m \quad (3.6).$$

Sur le marché analysé, cette politique consiste à afficher un prix (p_m) de 2 Um et à mettre en vente une quantité de 85 kilos. Le profit obtenu à cette issue (π_m) est de 44.43 Um.

Figure 3.7 La politique de l'issue de monopole (ou de cartel) sur le marché analysé



Note de lecture : la courbe de demande fractionnelle est en noir et en continu et la courbe coût marginal est représentée en gris et en continu. La courbe de recette marginale de l'offreur (déduite de la courbe de demande fractionnelle) est représentée en gris et en pointillés. La quantité produite se trouve à l'intersection de la courbe de recette marginale avec la courbe de coût marginal (q_m). Cette quantité est mise en vente au prix le plus élevé auquel elle peut être écoulee (p_m). Pour la comparaison, la politique de l'issue de concurrence est représentée à l'intersection de la courbe de demande fractionnelle avec la courbe de coût marginal (p_c, q_c).

Sur ce marché, l'issue de cartel n'est pas stable non plus car les offreurs ont intérêt à en dévier individuellement en affichant un prix légèrement plus faible et en mettant en vente une quantité dont le coût marginal égalise le prix. Si tous les joueurs adoptent ce comportement, alors les transactions sur ce marché peuvent se dérouler selon un cycle à la Edgeworth¹.

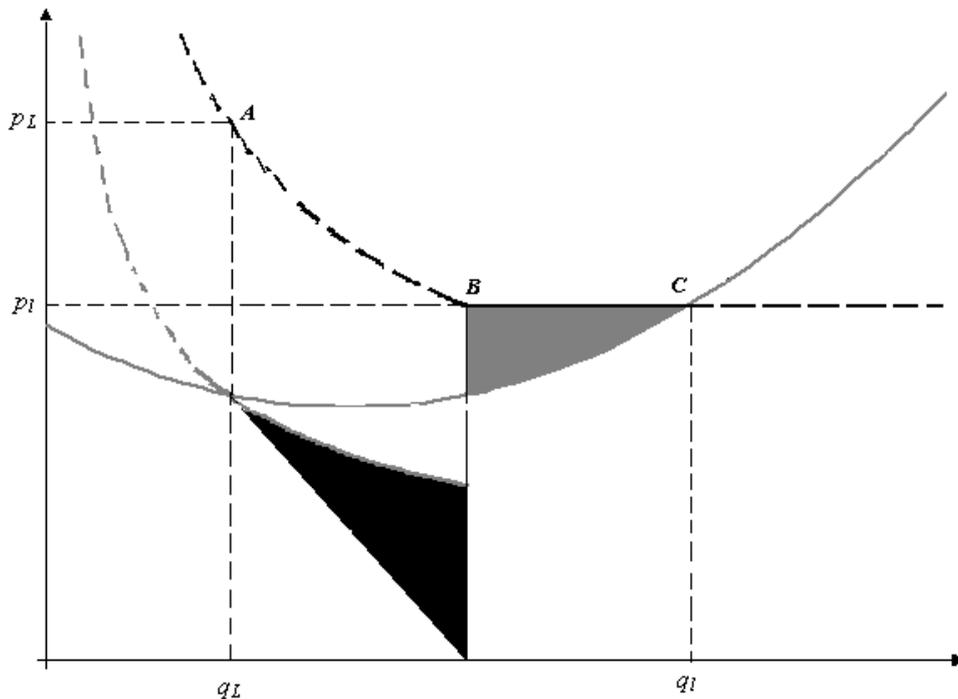
Une issue à la Edgeworth peut se produire sur un marché lorsque les joueurs adoptent un comportement de type « stratégique ». En adoptant ce type de comportement, un joueur se

¹ De nombreuses expérimentations ont mis en évidence que le comportement de type meilleure réponse peut être une bonne interprétation des comportements observés sur le marché¹. Néanmoins, l'amplitude des cycles observés dans les expérimentations est, dans la plupart des cas, plus faible que son amplitude théorique.

propose de tirer le meilleur parti d'une situation donnée en essayant, le plus souvent, de prendre les autres à contre-pied. Le joueur de ce type cherche la *meilleure réponse* face aux politiques adoptées par ses adversaires à la période précédente¹. Pour le marché analysé ici, la stratégie de *meilleure réponse* dépend de l'état d'écoulement du bien sur le marché. Lorsqu'une partie des quantités mises en vente n'est pas écoulée, le joueur affiche un prix inférieur ou égal au dernier prix auquel toutes les quantités mises en vente ont été écoulées. A ce prix, le joueur peut maximiser son profit en proposant une quantité pour laquelle le coût marginal égalise le prix affiché. Si tous les joueurs adoptent ce type de stratégie, les prix de marchés s'inscrivent sur une pente de forte baisse. De plus, des invendus importants accompagnent cette phase. Lorsqu'au contraire, l'intensité des invendus sur le marché est très faible, les joueurs peuvent réaliser une exploitation « monopolistique » de la demande contingente. Si tous les joueurs agissent de cette manière on peut s'attendre à ce que la trajectoire de prix fasse un bond jusqu'au prix très élevé. Mais, une fois dans cette situation, la politique de *meilleure réponse* consiste à afficher un prix juste en dessous du prix affiché et à produire la quantité qui résulte de l'égalisation entre le coût marginal et le prix affiché. Les prix s'inscrivent sur une nouvelle pente de baisse progressive. L'issue de prix à la Edgeworth consiste donc en un cycle borné par un prix limite inférieur et un prix limite supérieur. Le prix limite inférieur (p_l) est le prix à partir duquel, toute baisse supplémentaire se traduirait par un profit plus faible que le profit qui serait obtenu si le joueur adoptait une politique d'exploitation « monopolistique » de sa demande contingente (en pratiquant le prix p_L). Pour un marché sur lequel le mécanisme de report de la demande est « aléatoire », la situation d'un offreur quelconque, qui doit choisir entre les deux politiques est représentée sur la figure ci-dessous :

¹ Cette hypothèse est assez peu « rationnelle » puisque le joueur a l'occasion, à chaque période de vérifier que ses adversaires ne maintiennent pas leurs politiques. La partie suivante de cette thèse propose des versions plus adaptatives de cette stratégie, mais pour l'instant, nous nous contentons du modèle « classique » introduit par Edgeworth en 1925.

Figure 3.8 Les prix–limite du cycle edgeworthien sur un marché



Note de lecture : La courbe de demande contingente pour un offreur est représentée en noir et en pointillés et la courbe de coût marginal est représentée en gris et en continu. La courbe de recette marginale qui correspond à la partie décroissante de la demande contingente est représentée en gris et en pointillés. La politique de prix faible $(p_l; q_l)$ se trouve à l'intersection de la courbe de demande contingente avec la courbe de coût marginal. La politique de prix « élevé » est déduite de la politique d'exploitation « monopolistique » de la demande contingente : la quantité q_l résulte de l'intersection de la recette marginale avec le coût marginal et le prix de vente p_L est déduit de la fonction inverse de demande contingente pour cette quantité.

Le point A sur la figure 3.8 correspond à l'adoption d'une politique de prix « élevé » et le point C correspond à l'adoption d'une politique de prix « faible ». A tout instant donné, l'offreur i a le choix entre ces deux politiques. Le point B représente un point intermédiaire, auquel l'offreur se trouverait s'il affichait la même politique que ses adversaires (en affichant un prix $p_l + \varepsilon$ et en écoulant le reste de la demande totale à ce prix).

L'offreur i choisit entre la politique qui correspond au point A et la politique qui correspond au point C en comparant ses « pertes ». L'aire colorée en noir sur ce graphique correspond à la perte qu'il subit par rapport à la politique d'exploitation « monopolistique » de la demande : il s'agit de l'aire entre la courbe de recette marginale et la courbe de coût marginal, lorsque la première courbe est en dessous de la deuxième. L'aire colorée en gris correspond à la « perte » que cet offreur subirait par rapport à la

situation dans laquelle il pratiquerait une politique de prix faible. Si l'aire colorée en noir est plus grande que l'aire colorée en gris, alors l'offreur devrait pratiquer une politique de prix « élevé » et basculer vers le point A. Dans le cas contraire, l'offreur devrait continuer à pratiquer une politique de prix « faible ».

Les deux bornes de l'intervalle varient avec le nombre d'offreurs sur le marché. Le prix limite inférieur tend vers la politique de l'issue de concurrence lorsque n est grand et le prix limite supérieur tend à s'approcher du prix de l'issue de cartel lorsque n est faible.

Tableau 3.1 Différentes valeurs du prix inférieur limite et du prix supérieur limite dans le cycle de Edgeworth en fonction du nombre de joueurs

Le nombre total d'offreurs (n)	Borne inférieure			Borne supérieure		
	<i>prix</i>	<i>quantité</i>	<i>profit</i>	<i>prix</i>	<i>quantité</i>	<i>profit</i>
$n = 8$	1.375	208	24	2.13	57	24
$n = 9$	1.326	201	14	2.22	43.5	14.4
$n = 11$	1.323	200.7	13.3	2.23	42.3	13.4
$n = 17$	1.3169	199.76	12.1	2.24	41.05	12.4

Ce cadre de marché a servi comme base à toutes nos expérimentations (et aussi aux simulations informatiques).

1.2 Le protocole expérimental

Cette sous-section présente les caractéristiques des protocoles expérimentaux. En tout, 6 expérimentations ont été menées auxquelles 62 personnes ont participé. Ces personnes ont été recrutées parmi les connaissances des étudiants de Master 2- recherche¹ dans le cadre du cours de « Méthodes expérimentales en sciences sociales ». Ce cours s'est déroulé à la Faculté des sciences économiques et sociales de l'Université de Lille1. Les expérimentations rapportées ici ont menées entre février et avril 2006.

¹ Il s'agit des Masters 2- recherche d'économie appliquée, d'économie des services et de l'innovation, de l'économie des ressources humaines.

Le premier paragraphe présente les caractéristiques des protocoles expérimentaux communes aux six séances organisées tandis que le deuxième paragraphe présente les caractéristiques spécifiques de chaque séance.

1.2.1 Caractéristiques du protocole expérimental communes à toutes les séances organisées

Toutes les expérimentations menées ont un certain nombre de caractéristiques en commun. Sur nos marchés expérimentaux, seuls les offreurs sont sujets de l'expérience. La demande est entièrement simulée sur ordinateur (ce dont les offreurs ont été informés). Elle est parfaitement fluide. Les demandeurs tentent donc d'acheter chez l'offreur qui propose le prix le plus bas et ne se reportent sur un autre offreur que si le premier ne peut les fournir, compte tenu des quantités qu'il a mises en vente. Le « choix » des clients servis et non servis dans ce cas est supposé aléatoire ce qui correspond à un mécanisme de report aléatoire. Les consommateurs ont tous une valeur de réservation définie par la courbe de demande continue présentée par l'équation (3.2). La valeur de réserve représente l'unique guide pour faire les achats : les consommateurs acquièrent le bien (homogène) à tout prix en dessous de leur valeur de réservation et ne refusent d'acheter que si le prix est au dessus de cette valeur.

Le mode d'organisation a été identique pour toutes les sessions : les sujets ont été conviés à une heure précise pour participer à une expérimentation économique à la suite de laquelle ils allaient être rémunérés. Les instructions expérimentales ont été lues et les sujets ont eu la possibilité de poser des questions. Dans les expérimentations menées, chaque sujet devait gérer une entreprise produisant un bien périssable (des fraises) et donc non-stockable¹.

Pour mener ces sessions expérimentales nous n'avons pas bénéficié d'une interface informatique. A chaque période, les sujets ont reporté leurs décisions sur les feuilles de décisions qui ont été ramassées à la fin de chaque période par l'un des organisateurs des expérimentations. La décision portait sur deux variables : la quantité mise en vente (et donc

¹ Nous avons choisi de présenter les instructions dans ce format (« mise en situation ») afin de faire comprendre aux participants les caractéristiques du marché étudié : nécessité de produire avant de vendre et caractère non-stockable du bien échangé. De manière toutefois à éviter que les politiques de prix s'appuient sur des représentations antérieures, on a choisi une unité de compte imaginaire et non l'euro.

produite¹) et le prix. Les prix pouvaient être en dessous du coût marginal de la quantité produite mais pas en dessous du coût moyen. On a ainsi permis à cette forme d'« irrationalité » des comportements de se manifester tout en limitant son ampleur².

Les sujets disposaient pour prendre leur décision d'un tableau de l'évolution des coûts (total, moyen et marginal) en fonction du niveau de production (ces conditions de production étant stables et identiques pour tous, ce dont les sujets ont été avertis). Les fonctions de coûts sont celles que nous avons présentées sur la figure 3.1. Les conditions de production, telles qu'elles apparaissent dans les instructions sont données dans l'Annexe III.1.

Les décisions ont été traitées ensuite par ordinateur. L'ensemble des prix pratiqués à chaque période était rendu publics après dépouillement des fiches de décision par inscription au tableau dans l'ordre décroissant des prix pratiqués (le tableau gardant la mémoire des périodes antérieures)³. A l'exception de deux de nos expérimentations (E_1 et E_2), les informations concernant la quantité vendue et le profit obtenu ont gardé un caractère privé en étant transmises séparément à chacun des participants.

Les sujets ont été rémunérés sur la base de leurs résultats obtenus sur quatre périodes tirées au sort parmi les périodes jouées. Ce mode de rémunération permet d'une part, de s'assurer que les sujets restent « motivés » jusqu'au bout de la session et, d'autre part, d'éviter les décisions trop risquées suite à des pertes importantes. Le gain moyen a été d'environ 15€. Nous avons mis fin à nos expérimentations au bout de deux heures et demie, sans que cette consigne soit donnée aux joueurs⁴.

1.2.2 Caractéristiques particulières à chaque protocole expérimental

Par rapport à ce modèle commun de protocole, chaque séance a été menée avec quelques particularités. Deux des séances expérimentales organisées ont testé l'impact de la quantité

¹ Ils pouvaient choisir toute quantité entre 50 et 300 kilos. Ni les décisions de quantité, ni celles de prix n'étaient limitées à un nombre donné de chiffres après la virgule. Les participants étaient entièrement libres d'afficher la politique qui leur semblaient bonne.

² En interdisant les décisions où le prix est inférieur au coût moyen, on limite *ex ante* les situations de « vente à perte » mais on n'élimine pas les pertes que l'offreur subit s'il n'écoule pas la totalité de sa production.

³ Les sujets ne savaient pas quel agent avait affiché quel prix.

⁴ Compte tenu de cette consigne et des variations de protocole, le nombre de périodes réalisées n'est pas unique dans nos expérimentations.

d'informations mise à la disposition des participants après chaque période. Les participants aux expérimentations E_1 et E_2 connaissaient, en plus de l'ensemble des prix affichés, les informations concernant les profits obtenus par leurs adversaires et les quantités produites. 8 offreurs ont participé à chacune des expérimentations. La première expérimentation a duré 18 périodes et la deuxième 15.

En théorie, l'impact de ce type d'information peut avoir des effets opposés. D'une part, on pense que ce type d'information pourrait aider à la mise en place et au maintien d'un cartel tacite entre les vendeurs (Stigler [1964]). Néanmoins, ici, le nombre relativement élevé de joueurs (8) rend l'installation et le maintien d'un cartel assez difficile.

D'autre part, les résultats obtenus en théorie des jeux évolutionnaire par Vega-Redondo [1997] sur un marché concurrentiel en quantités (à la Cournot) semblent montrer que l'affichage des profits obtenus par les adversaires contribue, au contraire, à l'accélération du processus de convergence des prix vers l'issue concurrentielle. La portée expérimentale de cette prédiction a été souvent vérifiée sur un marché à la Cournot et très rarement sur un marché à prix affiché. Les travaux de Huck, Normann et Oechssler [2000] semblent vérifier le résultat de Vega-Redondo sur un marché à la Bertrand avec un bien différencié. Dans les expérimentations menées, les prix moyens convergent vers l'issue concurrentielle quelle que soit la quantité d'information offerte aux participants. Néanmoins, dans cette expérimentation, l'issue concurrentielle représente aussi un équilibre de Nash dans le modèle de marché analytique, ce qui n'est pas le cas sur le marché étudié ici.

La deuxième série d'expérimentations (E_3 et E_4) a testé le rôle de l'expérience acquise sur le marché. 9 vendeurs ont participé à chacune des deux sessions. Les séances ont duré chacune 18 périodes.

Le protocole de ces sessions a été construit dans le but de dissocier le problème de la familiarisation des sujets avec le marché (découverte de la position de la courbe de demande, prise de connaissance des contraintes de coût, adéquation des quantités produites aux prix affichés et pratique de l'optimisation) du problème de la convergence du prix moyen en concurrence. Pour ce faire, les joueurs ont été placés dans un premier temps dans une situation où ils étaient seuls sur le marché. Leur problème était alors de découvrir la politique optimale en jouant sur les prix et les quantités. Le processus s'arrêtait dès lors que le sujet

avait découvert la politique qui lui semblait optimale¹. Il est intéressant de noter que les performances des différents sujets lors de cette première phase se sont révélées très inégales : seule une moitié découvre la position de la courbe de demande rapidement (au début du jeu), tandis que l'autre moitié ne le fait qu'en fin du jeu. Ils en est de même de leurs capacités optimisatrices : si onze sujets découvrent à peu près l'optimum (ils obtiennent en moyenne 91% du profit maximal de monopole), sept autres s'en révèlent incapables (leur score moyen n'est que de 53%).

Suite à cette phase préliminaire, les sujets ont été placés sur un marché de concurrence. Le mode de déroulement de l'expérimentation correspond au scénario central.

Au début de la cinquième expérimentation (E₅) les participants ont reçu un historique des décisions passées. Nous espérons ainsi donner un fondement aux décisions prises lors des premières périodes de jeu. L'expérimentation a duré 15 périodes et 17 personnes y ont participé. Le tableau mis à la disposition des participants est présenté ci-dessous.

Tableau 3.2 Tableau de décisions autour de l'issue concurrentielle offert aux participants dans l'expérimentation E₅

Période	Prix	Quantité produite	Quantité vendue	Profit réalisé
t-3	1,9	90	90	40,40
t-2	2,1	75	75	42,05
t-1	1,95	100	89,38	33,68

L'expérimentation E₆ teste l'importance du mécanisme de report de la demande. Dans cette séance, 11 sujets ont joué pendant 15 périodes sur un marché sur lequel les consommateurs sont hiérarchisés par ordre croissant de leur valeur de réservation. Ainsi, les acheteurs à faible valeur de réserve (ceux qui sont donc disposés à mettre le prix le plus bas pour acquérir le bien) sont servis en priorité. *A priori*, ce mécanisme incite à l'affichage des prix élevés car les demandeurs à forte valeur de réserve peuvent être mieux exploités. Ainsi, on pouvait s'attendre à ce que les participants sur ce marché se saisissent de cette conjoncture favorable et affichent des prix plus élevés.

¹ En tout, cette étape a duré entre 11 et 15 périodes. Après une dizaine de périodes, on constate qu'un bon nombre de sujets ne font que répéter les mêmes décisions d'une période à l'autre, manifestant ainsi le fait qu'ils croient avoir trouvé la politique optimale. Dans ce cas, l'expérimentation s'arrêtait.

Tableau 3.3 Récapitulatif des protocoles expérimentaux testés

	Nombre de participants	Mécanisme de report de la demande	Informations avant la première période	Informations envoyées à la fin de chaque période	Périodes jouées
E ₁	8	"aléatoire"	-	politiques et profits de tous les participants sur le marché	18
E ₂	8	"aléatoire"	-	politiques et profits de tous les participants sur le marché	15
E ₃	9	"aléatoire"	jeu de "monopole"	uniquement les résultats propres	18
E ₄	9	"aléatoire"	jeu de "monopole"	uniquement les résultats propres	18
E ₅	17	"aléatoire"	tableau des politiques avec leurs résultats	uniquement les résultats propres	15
E ₆	11	"le moins bien disant, le premier servi"	-	uniquement les résultats propres	15

La moyenne d'âge des participants dans les expérimentations était de 24 ans et 3 mois (avec un écart-type de 3 ans et 9 mois). Le niveau moyen d'études était de Bac + 5. 41 sujets (66%) ont suivi des études en sciences économiques ou de gestion. 12 participants (19 %) proviennent d'une discipline autre que l'économie. Les 9 autres n'ont pas déclaré la discipline dans laquelle ils ont réalisé leurs études. Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif de ces informations pour chaque marché expérimental testé.

Tableau 3.4 Récapitulatif concernant les participants aux expérimentations

		Age	Bac +	La discipline des études suivies		
				économique	non-économique	non déclarée
E ₁	moyenne	25	4	4	0	4
	écart-type	2	2			
E ₂	moyenne	23	4	6	2	0
	écart-type	1	1			
E ₃	moyenne	27	5	6	3	0
	écart-type	7	2			
E ₄	moyenne	26	7	6	3	0
	écart-type	2	2			
E ₅	moyenne	23	4	14	3	0
	écart-type	3	1			
E ₆	moyenne	23	4	4	2	5
	écart-type	4	1			

2. Analyse des résultats obtenus dans les sessions expérimentales organisées

Cette section analyse les processus observés dans les six séances expérimentales organisées sur le marché à prix affichés et production « anticipée », présenté dans la section précédente. Cette section est composée de trois parties. La première partie montre que les échanges sur tous nos marchés expérimentaux semblent se stabiliser, à la fin des expérimentations, au voisinage de l'issue de concurrence. La deuxième partie montre que, de plus, les décisions des offreurs s'homogénéisent et se stabilisent (ces deux phénomènes sont plus avancés pour les prix que pour les quantités) en fin de parties. Enfin, la troisième partie analyse le caractère stratégique des interactions entre les offreurs sur les marchés.

Toutes les politiques présentées ici ont été normalisées par rapport à la politique de l'issue de concurrence. Le prix qui correspond à l'issue de concurrence (p_c) est égal à 1 et la quantité produite à cette issue (q_c) est de 1. Le profit obtenu (π_c) est lui aussi, égal à l'unité. Après cette normalisation, le prix de l'issue de cartel est de $1.54 \left(\frac{p_m}{p_c} = \frac{2}{1.3} \right)$ et la quantité produite est de $0.425 \left(\frac{q_m}{q_c} = \frac{85}{200} \right)$. Le profit obtenu est de $5 \text{ Um} \left(\frac{\pi_m}{\pi_c} = \frac{44.43}{8.77} \right)$.

2.1 Convergence des politiques vers la politique de l'issue de concurrence

Dans cette sous-section nous montrons que les politiques de prix et les politiques de quantité convergent vers la politique de l'issue de concurrence. La vitesse de convergence ainsi que l'état d'avancement de ce processus sont différents selon le marché analysé. Pour conclure, nous présentons une analyse conjointe des politiques moyennes adoptées (en prix et en quantités) et des évolutions suivies vers le point de l'issue de concurrence.

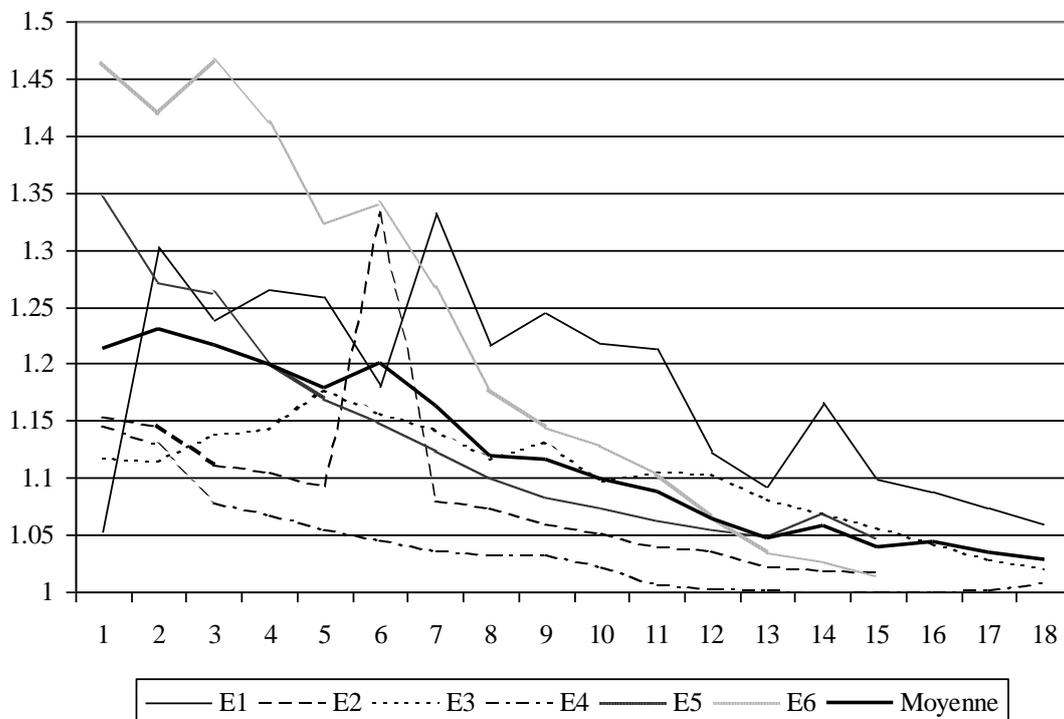
2.1.1 Les prix moyens des transactions et les quantités moyennes produites convergent vers une issue proche de l'issue de concurrence

Contrairement aux autres expérimentations organisées sur des contextes de marchés sur lesquels il n'existe pas d'équilibre de Nash, nous montrons ici que sur nos marchés expérimentaux, les prix moyens affichés et les quantités moyennes produites convergent vers un niveau proche de l'issue de concurrence.

- Evolutions des prix moyens affichés

La figure ci-dessous présente l'évolution des prix moyens sur les six marchés expérimentaux réalisés.

Figure 3.9 Evolution des prix moyens affichés sur les 6 marchés analysés



Les prix affichés sur les six marchés lors des premières périodes de jeu sont assez différents. Sur les marchés E₃, E₄, sur lesquels les joueurs ont d'abord participé à une expérimentation de monopole (qui était censée leur faire découvrir la politique de cette issue), le prix joué à la première période est de 1.12 pour E₃ et de 1.15 pour E₄. Néanmoins, ce prix de départ est très en dessous du prix de l'issue de monopole qui est, lui, de 1.54. De plus, il semblerait que ce prix de départ n'est pas supérieur aux prix affichés sur les autres marchés. Sur le marché E₅, sur lequel les joueurs avaient reçu au début de l'expérimentation un tableau contenant des politiques situées au voisinage de la politique de l'issue de cartel, le prix moyen affiché à la

première période est de 1.34. Ce prix est supérieur aux prix moyens affichés à la première période sur les autres marchés, à l'exception du marché E_6 sur lequel les participants ne détenaient aucune information sur l'issue « théorique » de cartel et sur lequel, les prix démarrent à 1.46. Mais, sur les autres marchés sur lesquels les participants ont démarré dans les mêmes conditions que E_6 (aucune indication avant de prendre les décisions à la première période), les marchés E_1 et E_2 , les prix moyens débutent avec des valeurs assez proches du prix de l'issue concurrentielle (1.05 pour le marché E_1 et 1.15 pour le marché E_2 , respectivement).

Lorsqu'ils sont censés détenir des informations sur l'issue « théorique » de cartel, les participants ne se servent pas de ces informations pour prendre leurs décisions à la première période de jeu. Parmi les six marchés expérimentaux, aucun ne débute avec des prix situés au voisinage du prix de l'issue de cartel. D'ailleurs, tous les prix moyens affichés sur ces marchés semblent s'écarter progressivement du prix de l'issue de cartel.

Malgré les différences qui existent entre les politiques adoptées pendant les premières périodes dans chaque expérimentation, l'évolution du prix moyen est, par la suite, similaire sur tous les marchés : il s'agit d'une baisse progressive vers un niveau situé au voisinage de l'issue concurrentielle¹. Afin d'analyser ce processus, les périodes de jeu sont regroupées en trois phases distinctes. Chaque phase du jeu est formée par un tiers des périodes jouées². Le tableau ci-dessous indique la moyenne des prix de vente pour chaque phase du jeu.

¹ Le fait que sur tous nos marchés expérimentaux, les prix moyens affichés suivent une évolution régulière renforce la conclusion que les offreurs n'adoptent pas des stratégies mixtes, lesquelles auraient exhibé des variations autour de ce trend beaucoup plus importantes. Cette remarque rejoint les conclusions qui avaient été obtenues par toutes les autres expérimentations organisées sur des marchés sans équilibre.

² Dans les expérimentations E_1 , E_3 , E_4 une phase est formée de 6 périodes consécutives, tandis que dans les expérimentations E_2 , E_5 , E_6 une phase est formée de 5 périodes.

Tableau 3.5 Prix affichés moyens pour chaque phase du jeu

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	1.2	1.22	1.1
E2	1.1	1.12	1.03
E3	1.2	1.08	1.05
E4	1.1	1.02	1
E5	1.2	1.11	1.06
E6	1.4	1.21	1.05
Moyenne	1.2	1.13	1.05

A la lecture de ce tableau on vérifie qu'en effet, sur tous les marchés, les prix moyens se sont inscrits sur une pente de forte baisse. Pendant les deux premières phases de jeu les prix moyens les plus élevés sont affichés sur le marché E₆. Il semblerait donc qu'au moins dans un premier temps, les joueurs profitent du mécanisme de report de la demande mis en place sur ce marché. Les prix moyens affichés sur le marché E₄ sont les plus faibles pendant toutes les phases de jeu et ce, malgré le fait que les offreurs sur ce marché auraient du connaître, grâce à la phase préliminaire à laquelle ils ont participé, les avantages qu'ils peuvent retirer du maintien de l'issue de cartel. D'ailleurs, sur ce marché, à la fin de l'expérimentation, les prix moyens atteignent le niveau du prix de l'issue de concurrence.

Les prix moyens affichés sur le marché E₅ semblent être parmi les plus élevés. Or, en raison du nombre très élevé de vendeurs sur ce marché (17), on pouvait s'attendre à ce que les prix moyens de vente s'écrasent plus rapidement que sur les autres marchés. Ceci n'a pas été le cas. **Le nombre de vendeurs sur le marché n'a pas l'effet direct escompté sur les prix de marché.**

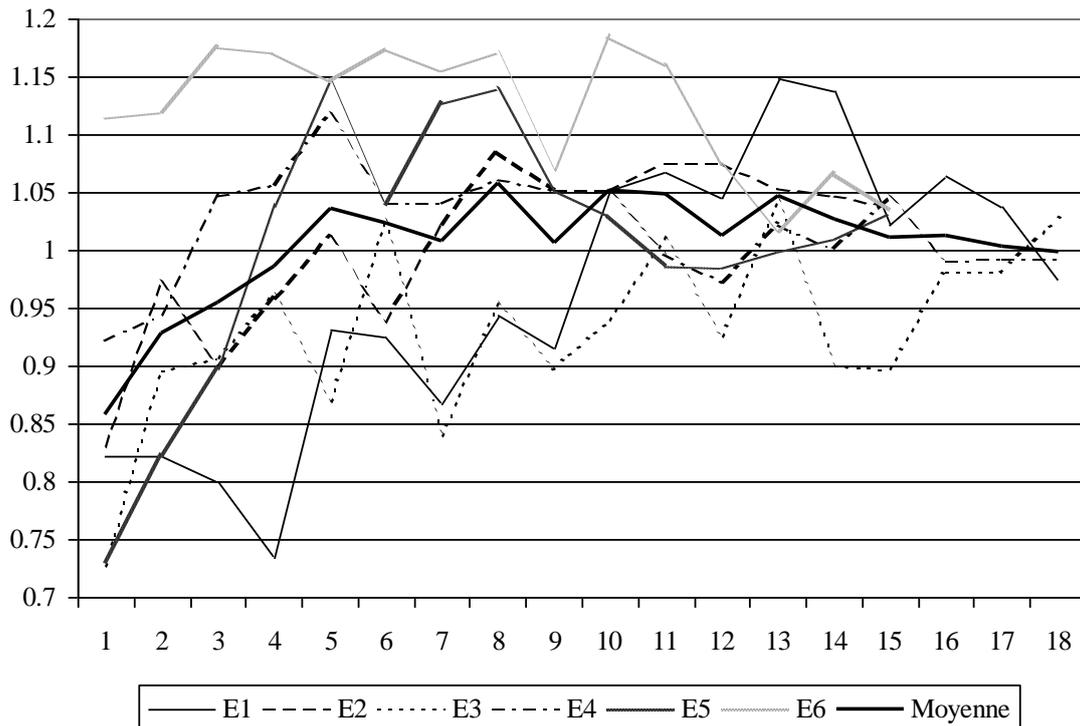
On observe enfin que, sur aucun des marchés analysés les cycles de prix à la Edgeworth ne se produisent. En effet, la tendance générale des prix est à la baisse même si la vitesse de ce phénomène varie d'un marché à l'autre. On observe aussi que pendant le processus de convergence, les prix moyens affichés sont supérieurs au prix de l'issue de concurrence¹.

¹ Ces résultats ne confirment pas les résultats obtenus par Mestelman et Welland [1988], [1991.a] qui avaient montré que le sens du processus de convergence des prix vers le prix de l'issue concurrentielle dépendait du partage théorique du surplus qui se réaliserait à l'issue concurrentielle. D'après ces travaux, lorsque le surplus théorique des acheteurs est plus faible que le surplus théorique des vendeurs, les prix affichés seraient inférieurs au prix de l'issue de concurrence. Cette tendance n'est pas vérifiée dans notre cas.

- Evolutions des quantités moyennes produites

La quantité moyenne produite sur les six marchés a également tendance à converger vers la quantité correspondant à la politique de l'issue de concurrence¹. L'évolution de cet indicateur est représentée sur la figure 3.10.

Figure 3.10 Evolution de la quantité moyenne produite à chaque période



Rappel : les valeurs qui apparaissent sur cette figure sont normalisées par rapport à la politique de l'issue de concurrence (qui correspond à la valeur 1).

La quantité moyenne produite pendant la première période de jeu n'est pas identique sur tous les marchés expérimentaux : elle est en dessous de la quantité de l'issue de concurrence sur tous les marchés, sauf E₆. Sur aucun des marchés expérimentaux la quantité moyenne produite n'est proche de la quantité qui correspond à l'issue de cartel (0.425).

Assez rapidement (en moins d'une phase de jeu) la quantité moyenne produite converge vers la quantité de l'issue de concurrence. Sur les marchés E₃ et E₄, elle y reste. Sur certains marchés (E₂ et E₆) la quantité moyenne produite dépasse légèrement la quantité de l'issue de concurrence. Sur le marché E₁, la quantité moyenne produite est supérieure à la quantité de

¹ Il s'agit de la moyenne des quantités produites à chaque période.

l'issue de concurrence mais l'écart relatif entre ces deux quantités diminue au fur et à mesure (il est de moins de 5% lors des dernières périodes de jeu)¹. L'évolution de cet indicateur plaide pour le rejet de l'hypothèse que, sur ces marchés, il aurait pu avoir des issues en forme de cycle à la Edgeworth.

Les quantités moyennes produites à chaque phase du jeu sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3.6 Quantité moyenne produite à chaque phase de l'expérimentation

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	0.8	0.98	1.06
E2	0.9	1.03	1.06
E3	1.1	1.13	1.04
E4	1	1.03	1.01
E5	1.1	1.15	1.07
E6	1.1	1.15	1.07
Moyenne	1	1.08	1.05

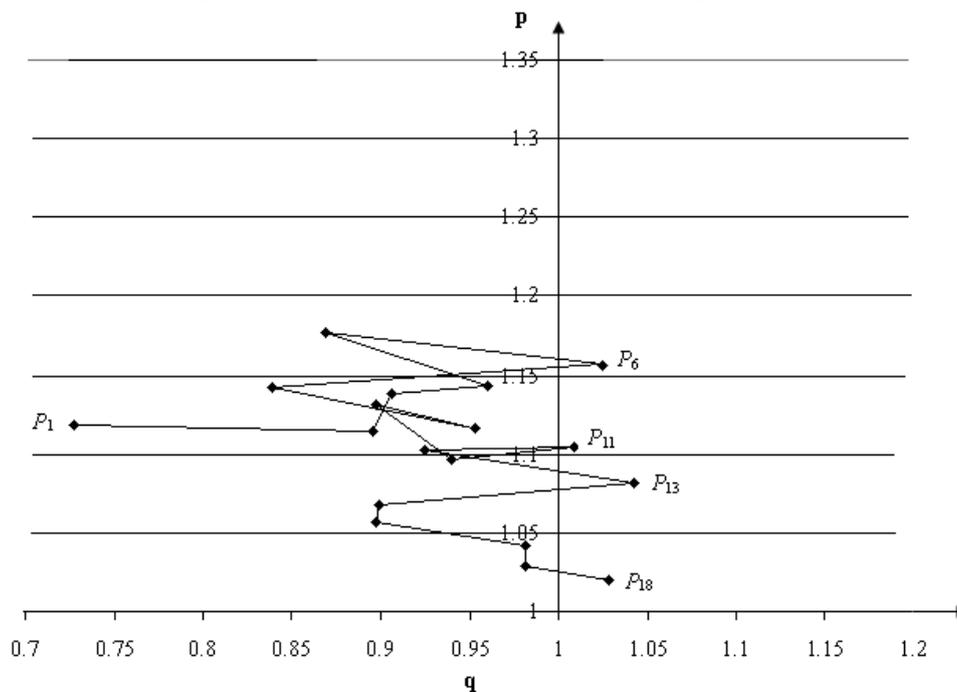
Les quantités moyennes produites sur tous les marchés expérimentaux (sauf E₄) sont au dessus de la quantité de l'issue de concurrence, et ce même lors de la dernière phase de jeu. Cette situation nous fait penser à l'existence d'une certaine forme d'incohérence des politiques adoptées : lorsque les quantités produites sont supérieures à la quantité de l'issue de concurrence, le « bon sens » économique exigerait que les prix affichés soient inférieurs au prix de l'issue de concurrence. Or, comme le Tableau 3.5 l'a montré, les prix moyens affichés sur tous nos six marchés expérimentaux, sont eux aussi supérieurs au prix de l'issue de concurrence.

¹ Bien que le processus de convergence des quantités produites vers la quantité de l'issue de concurrence soit moins régulier que le processus de convergence des prix, les tendances observées n'indiquent pas que les politiques adoptées pourraient être produites par des stratégies mixtes.

2.1.2 Analyse conjointe des politiques moyennes de prix et des quantités : mise en évidence d'une forme d'incohérence entre les prix affichés et les quantités produites

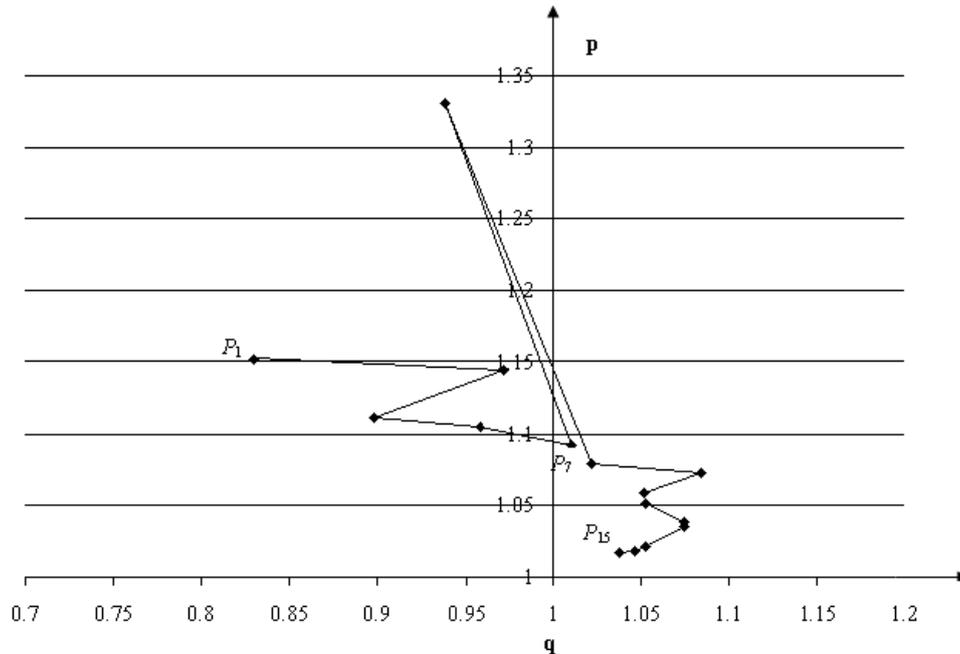
Une politique moyenne est dite « cohérente » si, lorsque les prix moyens sont inférieurs au prix de l'issue de concurrence, les quantités moyennes produites sont supérieures à la quantité de l'issue de concurrence et inversement. Sur beaucoup de marchés, il semblerait que ce n'est pas toujours le cas. A titre d'exemple, le processus de convergence des politiques moyennes sur les marchés E_2 et E_3 est illustré sur les deux figures suivantes. Sur ces figures les politiques moyennes adoptées sont représentées dans le plan : l'axe de l'abscisse correspond à la quantité moyenne produite tandis que l'axe de l'ordonnée correspond au prix moyen affiché. La politique de l'issue de concurrence a les coordonnées (1.1). Si les décisions étaient cohérentes, alors elles devraient apparaître sur la partie gauche du graphique : les prix moyens étant supérieurs au prix de l'issue de concurrence, la quantité moyenne produite devrait y être inférieure. Sur le marché E_3 la plupart des décisions moyennes adoptées sont « cohérentes » selon ce critère.

Figure 3.11 Evolution de la politique moyenne adoptée sur le marché E_3



A l'exception de quelques incidents réalisés lors des périodes 6, 11, 13 et 18, les politiques moyennes sur le marché E₃ présentent un profil « cohérent » entre les prix affichés et les quantités produites. Néanmoins, comme on peut le constater sur la figure 3.12 ci-dessous, ce type d'évolution n'a pas été constaté sur tous les marchés expérimentaux.

Figure 3.12 Evolution de la politique moyenne adoptée sur le marché E₂



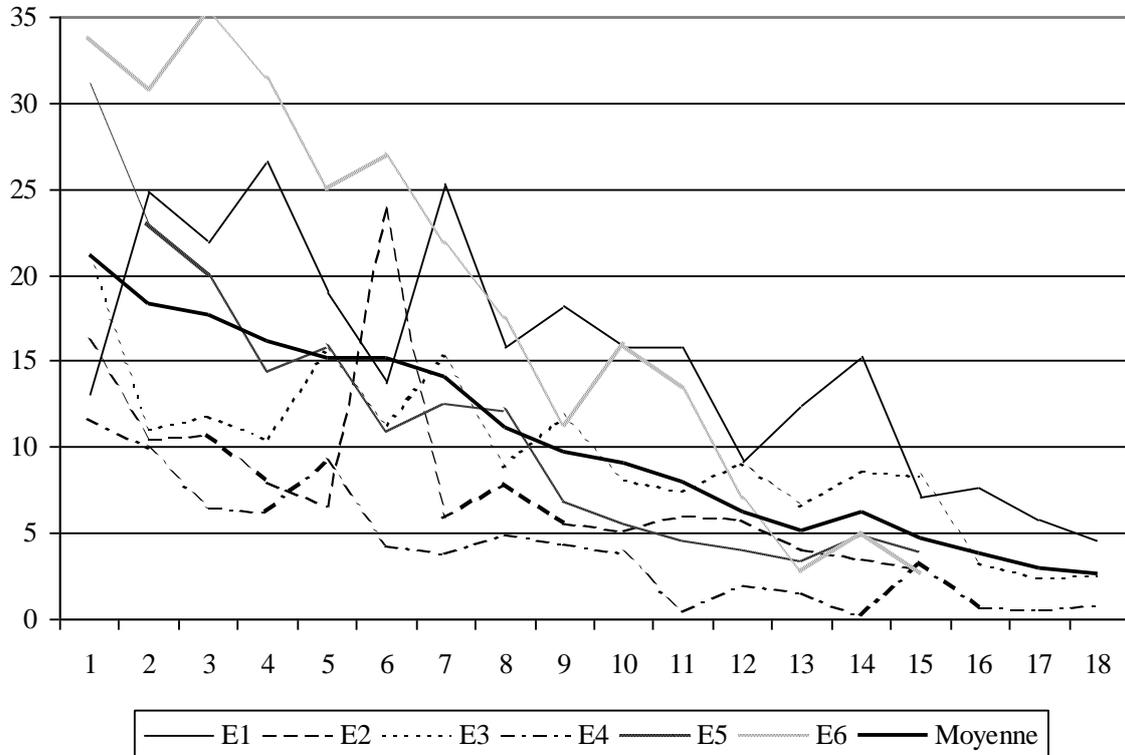
Bien que lors des premières périodes les politiques moyennes semblent plutôt « cohérentes » du point de vue du critère énoncé, à partir de la période 7, les politiques moyennes semblent manquer de cohérence. De plus, du point de vue de ce critère, on ne constate pas d'amélioration des politiques.

Ces figures montrent par ailleurs la tendance des politiques moyennes adoptées sur les marchés à s'approcher de la politique de l'issue de concurrence. Ce processus de convergence des prix et des quantités peut être également illustré à travers l'indicateur de la distance relative entre la politique moyenne adoptée et la politique de l'issue de concurrence. Cet indicateur est calculé comme la moyenne des écarts relatifs en prix et quantités. S'il converge vers 0, alors les politiques moyennes adoptées convergent vers la politique de l'issue de concurrence.

$$d_t = \sqrt{\frac{1}{2} \left[\left(\frac{\bar{p}_t - p_c}{p_c} \right)^2 + \left(\frac{\bar{q}_t - q_c}{q_c} \right)^2 \right]} \quad (3.7).$$

L'évolution de cet indicateur est représentée sur la figure ci-dessous.

Figure 3.13 Evolution de la distance entre la politique moyenne adoptée et la politique de l'issue de concurrence



La distance entre la politique moyenne adoptée et la politique de l'issue de concurrence diminue sur tous les marchés expérimentaux. Le processus de convergence est le plus avancé pour le marché E₄, sur lequel cet indicateur atteint la valeur 0. Pour les marchés E₂, E₃, E₅ et E₆, cet indicateur est inférieur à 5% pour les dernières périodes de jeu. E₁ est le seul marché sur lequel la politique moyenne adoptée reste relativement éloignée de la politique de l'issue de concurrence à la fin de l'expérimentation (une distance moyenne de 8.1%). Ces évolutions sont synthétisées dans le tableau suivant, dans lequel sont calculées les distances relatives moyennes pour chaque période de jeu.

Tableau 3.7 Distance moyenne entre les politiques moyennes adoptées et la politique de l'issue de concurrence pour chaque phase de jeu (en %)

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	21.9	14.56	8.1
E2	11.9	6.07	4.07
E3	12.6	8.63	5.01
E4	6.6	2.85	1.04
E5	16.8	8.34	4.08
E6	29.9	15.96	4.34

En résumé, on peut dire que les marchés expérimentaux convergent, à la fin des expérimentations, vers une politique située au voisinage de la politique de l'issue de concurrence. Aucune tentative de convergence vers une politique située dans le voisinage de la politique de l'issue de cartel n'a été constatée. De même, on doit également écarter l'hypothèse de l'apparition des cycles de prix à la Edgeworth.

2.2 Stabilisation et homogénéisation partielles des marchés expérimentaux

Le premier paragraphe de cette sous-section présente l'évolution du phénomène d'homogénéisation des politiques des prix et de quantités adoptées par les offreurs sur nos marchés expérimentaux. Le deuxième paragraphe montre qu'à la fin des expérimentations, il y a eu une stabilisation des politiques de prix et de quantités.

2.2.1 État d'homogénéisation très avancé pour les politiques de prix et état d'homogénéisation partielle des politiques de quantité

Le phénomène de convergence des politiques moyennes vers la politique de l'issue de concurrence s'accompagne d'une relative homogénéisation des politiques de prix et des quantités. Pour rendre compte de ce phénomène, on calcule le coefficient de variation des prix affichés par les offreurs lors d'une période donnée et respectivement le coefficient de variation des quantités produites. Si le coefficient de variation converge vers 0 au fil des périodes, les politiques de prix ou de quantités s'homogénéisent.

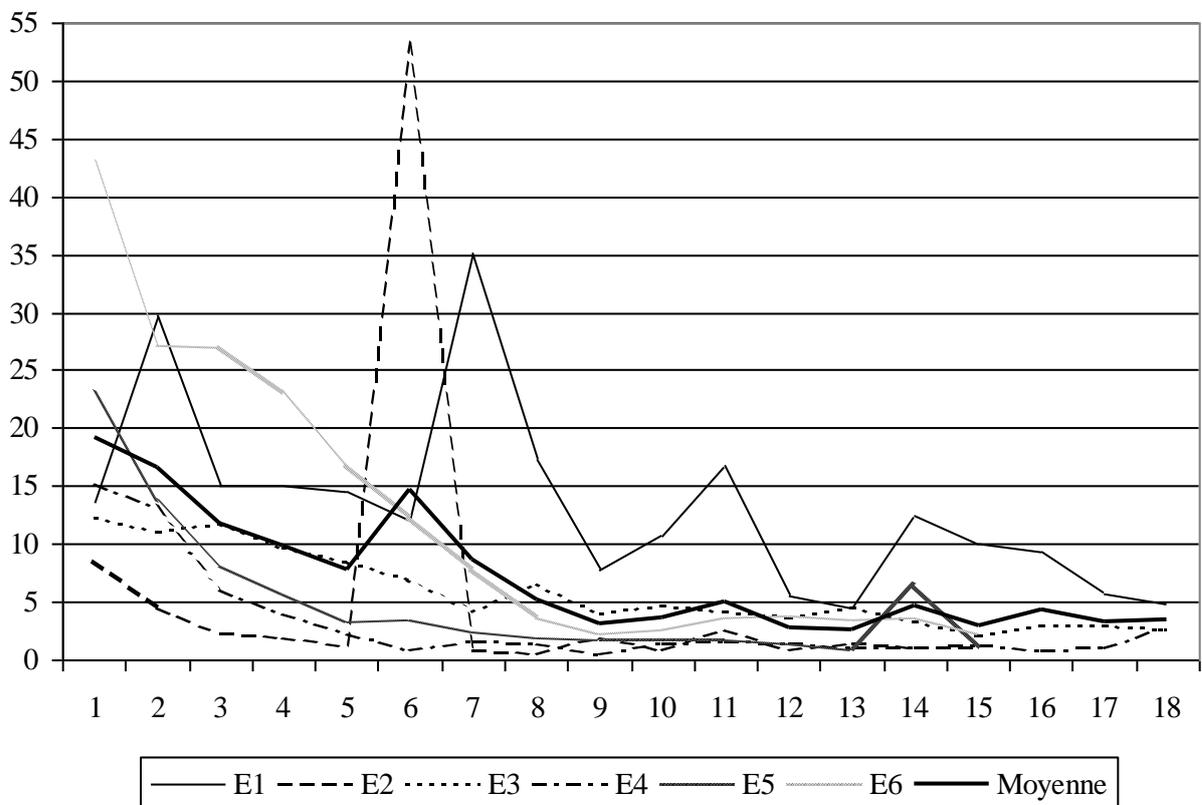
$$Coeff. \text{ var } (p_t) = \frac{\sigma(p_{i,t})}{p_t} \tag{3.8}$$

$$\text{Coeff. var}(q_t) = \frac{\sigma(q_{i,t})}{\bar{q}_t} \quad (3.9).$$

- Etat avancé du processus d'homogénéisation des prix affichés sur la plupart des marchés expérimentaux

L'évolution du coefficient de variation des prix est tracée sur la figure ci-dessous.

Figure 3.14 Evolution du coefficient de variation des prix sur les marchés expérimentaux (en %)



Les politiques de prix des offreurs sont, lors des premières périodes de jeu, relativement différentes du point de vue de leur degré d'homogénéisation. Le marché le plus homogène, du point de vue des politiques de prix affichés, est le marché E₂, sur lequel le coefficient de variation des prix est de seulement 8%. Sur les marchés E₁, E₃, E₄ et E₅, le coefficient de variation des prix se trouve dans un intervalle compris entre 13 et 25%, ce qui traduit un degré d'homogénéisation assez faible. Le seul marché « hétérogène », du point de vue des politiques de prix est le marché E₆, sur lequel le coefficient de variation, lors de la première période de jeu, est de 43%.

L'évolution de cet indicateur est par la suite identique sur tous les marchés, sauf sur E₁ et E₂ : il s'agit d'une baisse progressive du coefficient de variation vers une valeur située en dessous du seuil de 5%. Pour la plupart des marchés, cette tendance devient évidente dès la 7^{ème} période de jeu.

Sur le marché E₂, le coefficient de variation diminue progressivement et se stabilise à une valeur au voisinage de 1%. Sur ce marché on constate une « déviation » de cette tendance, à la période 6, durant laquelle cet indicateur enregistre une valeur très élevée : l'un des offreurs a tenté une politique de prix très élevé en espérant réaliser ainsi une exploitation « monopolistique » de sa demande contingente. Cette tentative a échoué car l'offreur avait mal évalué sa demande contingente. Pour le reste des périodes, sa politique de prix reste dans le même intervalle que les politiques adoptées par les autres offreurs sur le marché.

Sur le marché E₁ l'évolution de cet indicateur est moins lisse. On peut constater plusieurs périodes pendant lesquelles la valeur de cet indicateur augmente d'un coup : il s'agit de périodes d' « exploration », pendant lesquelles les offreurs tentent des politiques de prix très différentes des politiques pratiquées par leurs adversaires (dans la plupart des cas il s'agit de tentatives infructueuses en termes de profit). Lors des dernières périodes, cet indicateur converge vers une valeur de 5%, ce qui signifie que sur ce marché les politiques de prix s'homogénéisent à la fin.

L'évolution du processus d'homogénéisation des politiques de prix est également visible lorsqu'on calcule la moyenne des coefficients de variation des prix pour chaque phase de jeu.

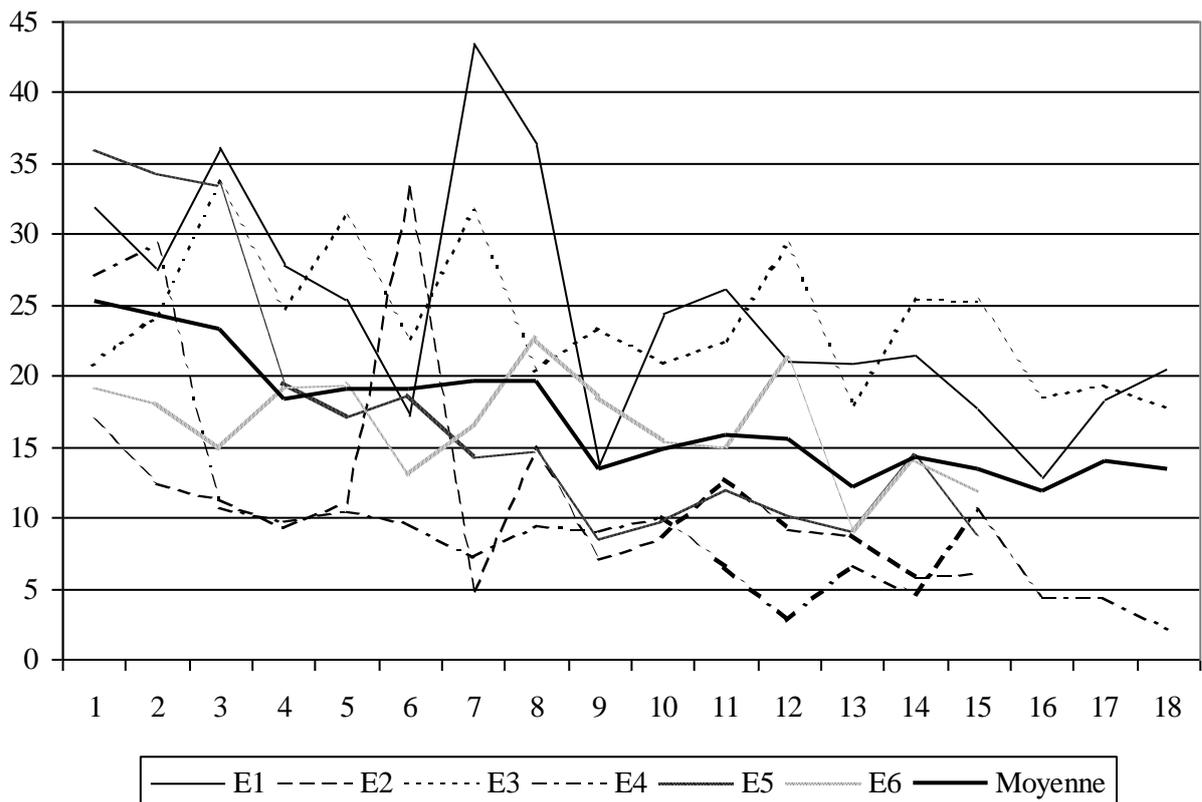
Tableau 3.8 La moyenne des coefficients de variation des prix pour chaque phase de jeu (en %)

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	16.7	15.53	7.82
E2	3.6	11.46	1.36
E3	10	4.51	3.08
E4	6.9	1.27	1.37
E5	10.8	2.27	2.3
E6	27.4	5.7	3.37
Moyenne	12.6	6.8	3.2

- Etat moins avancé du processus d'homogénéisation des politiques de quantité

L'évolution du processus d'homogénéisation des politiques de quantités des offreurs est représentée sur la figure ci-dessous.

Figure 3.15 Evolution du coefficient de variation des quantités produites



Lors de la première période de jeu, les politiques de quantités adoptées sur les marchés sont moins homogènes que les politiques de prix. Sur tous les marchés, le coefficient de variation des quantités produites est supérieur à 15%. Lors des périodes suivantes la valeur de cet indicateur diminue progressivement, mais il reste, à la fin des expérimentations, supérieur à 5% sur tous les marchés, sauf sur E₄. Sur les marchés E₂, E₅ et E₆, le coefficient de variation des quantités évolue dans un intervalle compris entre 5 et 15% tandis que sur les marchés E₁ et E₃ cet indicateur est compris entre 15 et 20%. Le seul marché qui semble complètement homogénéisé du point de vue des politiques de quantités adoptées est le marché E₄.

L'évolution de cet indicateur est moins lisse que l'évolution du coefficient de variation de prix : les offreurs tentent d'adopter des politiques de quantités plus variées par rapport à leurs

adversaires¹. Néanmoins, quelle que soit l'évolution de cet indicateur, une homogénéisation progressive peut être constatée sur tous les marchés, même si le degré final d'homogénéisation des politiques de quantités reste en dessous du degré d'homogénéisation des politiques de prix.

Le processus d'homogénéisation des quantités peut être illustré par l'indicateur synthétique qui est la moyenne des coefficients de variation pour chaque phase de jeu.

Tableau 3.9 La moyenne des coefficients de variation des prix pour chaque phase de jeu (en %)

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	27.7	27.52	18.6
E2	12.2	13.63	8.5
E3	26.2	24.63	20.7
E4	16.1	7.47	5.42
E5	28.1	13.16	10.84
E6	18.1	17.2	14.25
Moyenne	21.4	17.3	13.1

A la lecture de ce tableau il devient évident que les politiques de quantité mettent, en moyenne, deux phases de jeu pour commencer à s'homogénéiser : la moyenne des coefficients de variation des quantités reste à des valeurs proches (et élevées) pendant les deux premières phases de jeu sur les marchés E₁, E₂, E₃ et E₆. Ce n'est que lors de la dernière phase de jeu que les politiques de quantités commencent à s'homogénéiser. En revanche, sur les marchés E₄ et E₆, le processus d'homogénéisation des quantités est plus progressif et il s'étend sur les deux dernières phases de jeu.

2.2.2 Stabilisation des politiques de prix et de quantité à la fin des expérimentations

Le processus d'homogénéisation progressive des politiques de prix et de quantités s'est accompagné d'un processus **de stabilisation** des politiques. Les deux équations suivantes

¹ A ce titre nous remarquons qu'aucune conclusion ne peut être tirée sur l'effet de l'affichage complet des politiques et des profits obtenus sur le marché lors d'une période. Les valeurs des indicateurs enregistrés sur les marchés E₁ et E₂ ne semblent pas être significativement différents des indicateurs enregistrés sur les marchés E₃, E₄, E₅ et E₆ (le groupe témoin). Par rapport à ce groupe témoin, les politiques de quantité adoptées sur le marché E₁ semblent plus hétérogènes, même si elles le sont moins que les politiques adoptées sur E₃. En revanche, les politiques de quantité adoptées sur E₂ semblent assez homogènes, même si elles le sont moins que les politiques adoptées sur E₄ et E₆...

présentent l'indicateur de la variation moyenne des politiques de prix et, respectivement, de quantités.

$$\bar{T}_{\Delta}(p) = \frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{P_{i,t+1} - P_{i,t}}{P_{i,t}} * 100 \right) \quad (3.10)$$

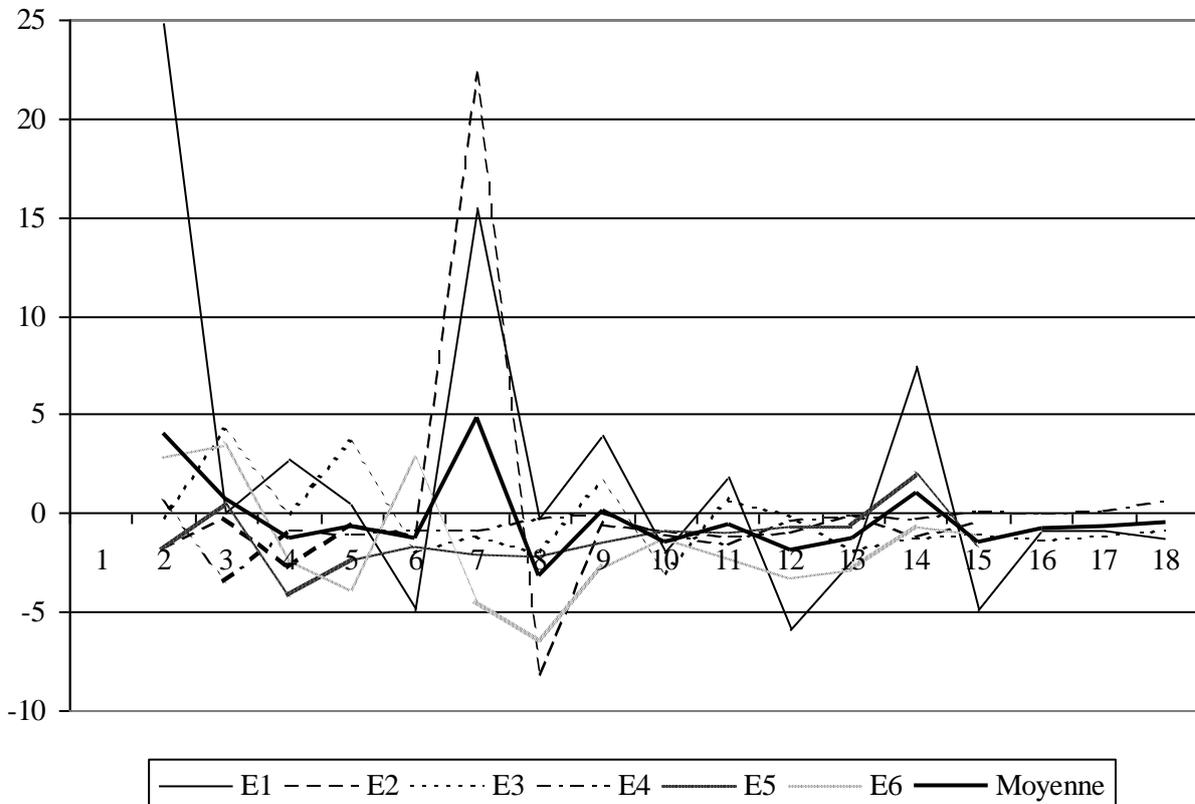
et, respectivement

$$\bar{T}_{\Delta}(q) = \frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{q_{i,t+1} - q_{i,t}}{q_{i,t}} * 100 \right) \quad (3.11).$$

- Etat avancé du processus de stabilisation et d'homogénéisation des variations des prix affichés sur la plupart des marchés expérimentaux

L'évolution de la moyenne des taux de variation de politiques de prix d'une période à l'autre est représentée sur la figure ci-dessous :

Figure 3.16 Evolution de la moyenne des taux de variation des prix affichés



Sur tous les marchés, la moyenne de variation de prix semble être relativement faible tout au long de l'expérimentation. Elle varie, lors de premières périodes dans un intervalle de $\pm 5\%$ et converge, lors de dernières périodes, vers 0¹. On remarquera que pour la plupart des périodes cet indicateur enregistre des valeurs négatives, ce qui indique la tendance générale baissière de l'évolution des prix. Lors des dernières périodes, les prix se stabilisent, en moyenne, sur tous les marchés.

Dans le tableau 3.10 apparaissent les moyennes, par phase de jeu, des taux moyens de variation des prix.

Tableau 3.10 La moyenne des taux moyens de variation des prix pour chaque phase du jeu (en %)

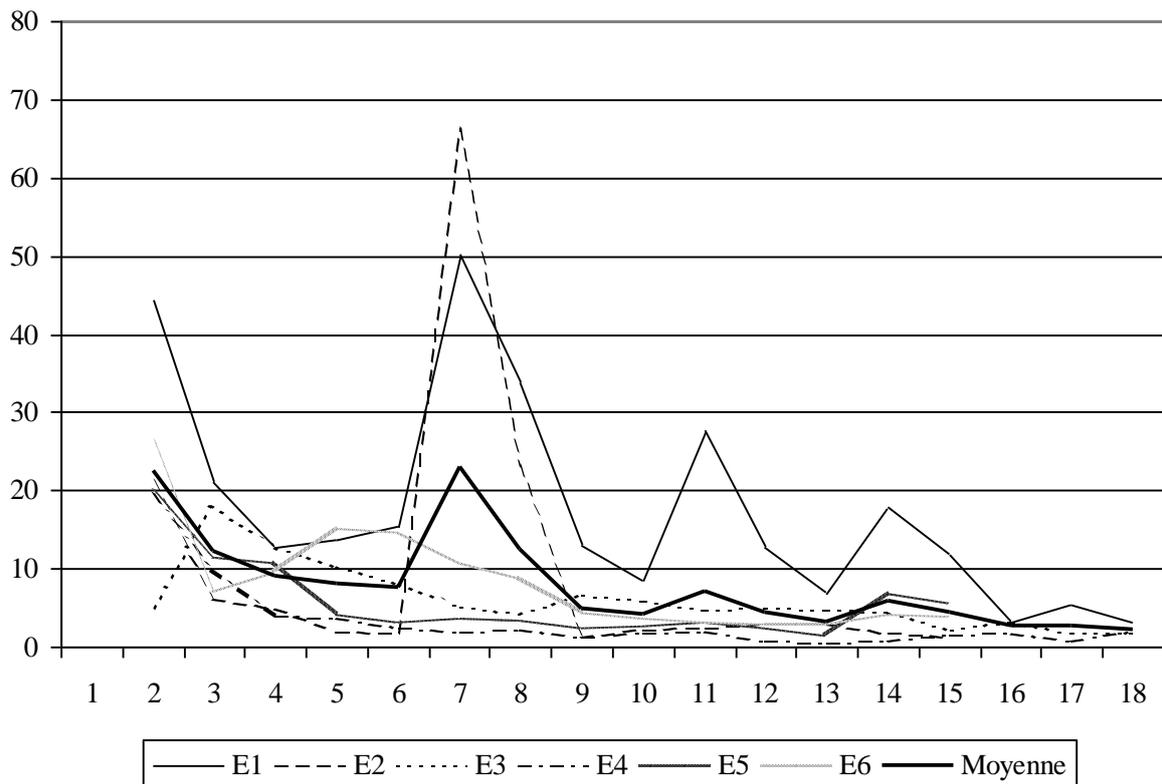
	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	6.4	-0.79	-0.11
E2	-1.3	2.29	-0.69
E3	0.7	-0.81	-1.16
E4	-1.1	-0.55	0.12
E5	-1.9	-1.5	-0.27
E6	0.6	-3.44	-1.99
Moyenne	0.6	-0.8	-0.7

L'analyse de ce tableau révèle que les offreurs n'ont pas suivi une tendance baissière lors de toutes les phases. Il semblerait que, lors de la première phase, la tendance générale est plutôt à la hausse sur les marchés E₁, E₃ et E₆. Sur les autres marchés, les prix semblent entamer dès la première phase la spirale à la baisse. Cette tendance se poursuit lors de la troisième phase du jeu sur tous les marchés (sauf sur E₄), même si l'intensité du phénomène est beaucoup moins forte. Les valeurs de la moyenne des taux moyens de variation en valeur sont inférieures à 2% sur tous les marchés et sur quatre des marchés (E₁, E₂, E₄, E₅), cette moyenne est même en dessous de 1% (en valeur absolue).

L'écart type de cet indicateur indique dans quelle mesure les joueurs homogénéisent leurs variations des prix.

¹ On exclut, de cette analyse, les périodes pendant lesquelles certains participants ont tenté des politiques infructueuses en termes de profits d'exploitation monopolistique de la demande.

Figure 3.17 Ecart type des taux de variation des prix



L'écart type des taux de variation des prix converge vers une valeur située sous le seuil de 5 sur tous les marchés, sauf sur E₁, sur lequel cette statistique est légèrement plus élevée. Cette tendance à l'homogénéisation des variations individuelles des prix est également illustrée sur le tableau ci-dessous dans lequel apparaît l'écart type moyen pour chaque phase de jeu.

Tableau 3.11 Moyenne des écarts type des taux de variation des prix pour chaque phase de jeu

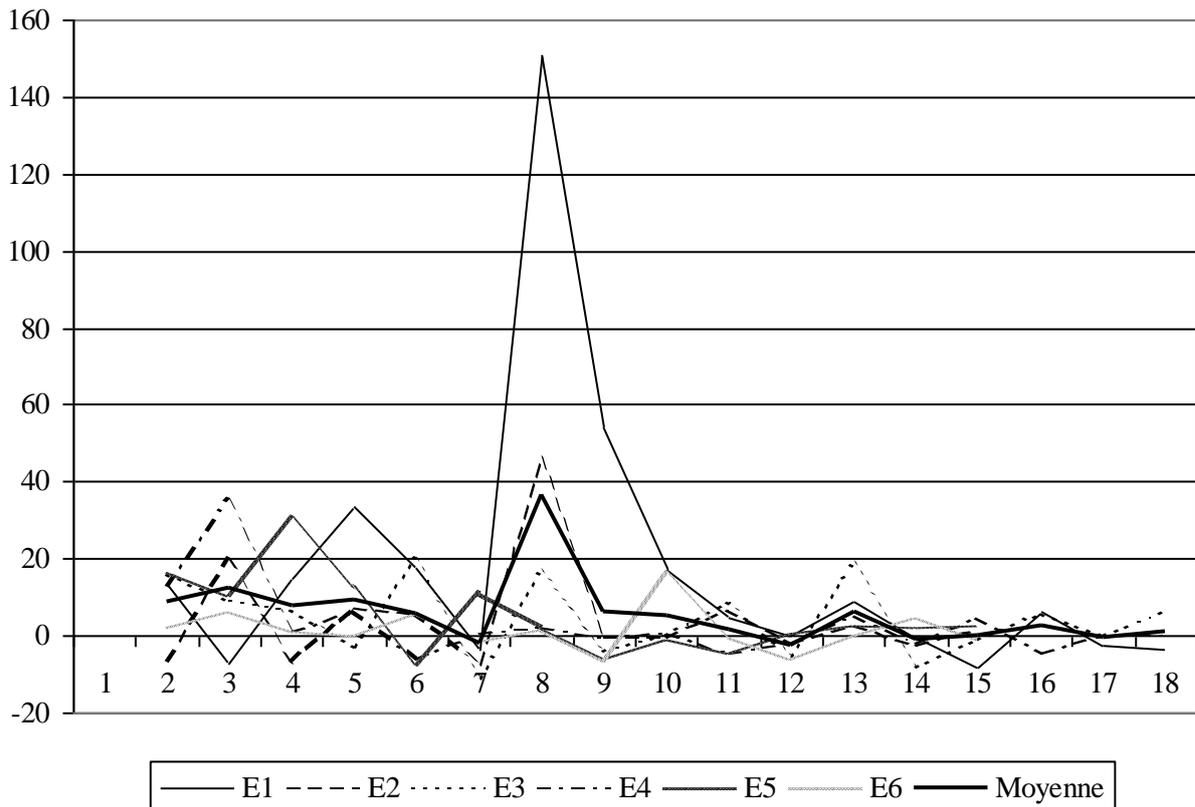
	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	26.2	17.11	8.28
E2	7.1	19.01	2.26
E3	9.9	5.13	2.58
E4	6.8	1.37	1.32
E5	9.9	3.09	4.02
E6	14.5	6.14	3.49
Moyenne	12.4	8.6	3.7

Le processus d'homogénéisation des variations des prix est progressif sur tous les marchés et, pour la dernière phase de jeu, ce processus est quasi-complet sur les marchés E₄, E₂ et E₃. Sur les marchés E₅ et E₆ ce processus est très avancé tandis que sur le marché E₁ il est encore en cours.

- Etat général de stabilisation des quantités produites réalisé à travers une compensation entre des variations individuelles qui reste relativement fortes

L'évolution de la moyenne des taux de variation des quantités d'une période à l'autre est représentée sur le graphique ci-dessous.

Figure 3.18 Evolution de la moyenne des taux de variation des quantités



L'évolution de la moyenne des taux de variation des quantités est manifestement moins lisse que l'évolution de la moyenne de variation des prix : lors des premières périodes, cet indicateur varie dans un intervalle $[-10\%; 40\%]$. Pendant les expérimentations, cet indicateur enregistre beaucoup de valeurs positives, indiquant en cela que les offreurs suivent une tendance générale de hausse des quantités produites¹. Lors des dernières périodes de jeu, cet indicateur se stabilise au voisinage de 0 sur la plupart des marchés. Les marchés expérimentaux se stabilisent aussi du point de vue de la variation des quantités produites d'une période à l'autre.

¹ Cette tendance générale, si elle était prouvée, serait incohérente avec la tendance générale baissière des prix. Nous reviendrons sur ce sujet dans le Chapitre 4 de la thèse.

Dans le tableau suivant est calculée la moyenne par phase de jeu pour cet indicateur.

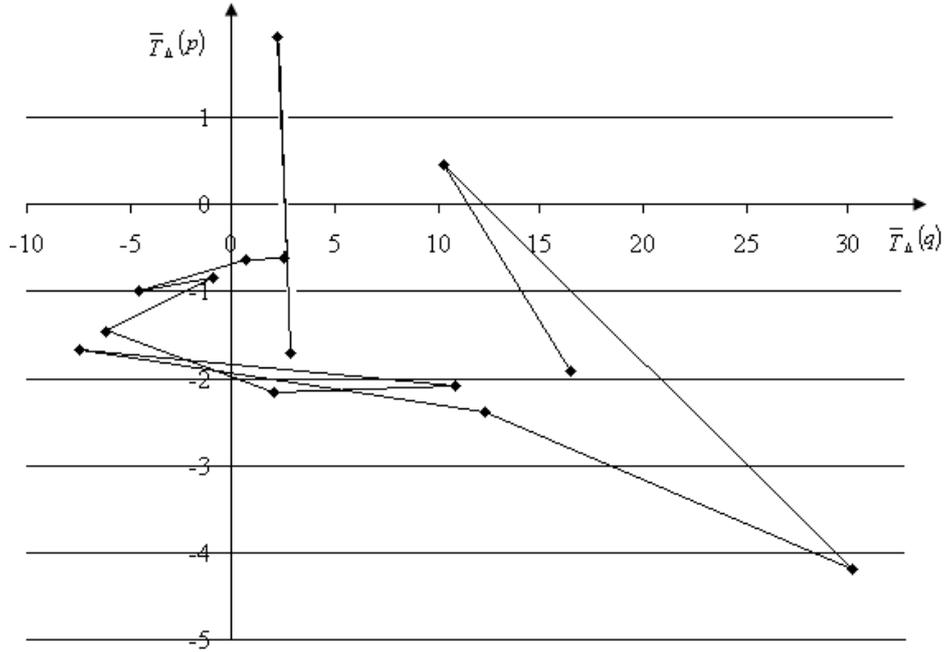
Tableau 3.12 La moyenne par phase de jeu des taux de variation de quantités (en %)

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	11.4	39.26	-1.63
E2	3.8	8.72	0.03
E3	6.2	5.71	0.65
E4	8.3	0.1	-0.29
E5	12.4	0.25	2.06
E6	3	1.78	-0.66
Moyenne	7.5	9.3	0

Lors de la dernière phase des expérimentations, les variations des quantités sont inférieures à 2%, ce qui indique un processus de stabilisation de ce phénomène très avancé. Sur les marchés E₁, E₄ et E₆ la tendance de la variation des quantités est à la baisse tandis que sur les marchés E₅ et E₃ cette tendance est en très légère hausse. Sur E₂, la moyenne des variations est nulle lors de cette dernière phase.

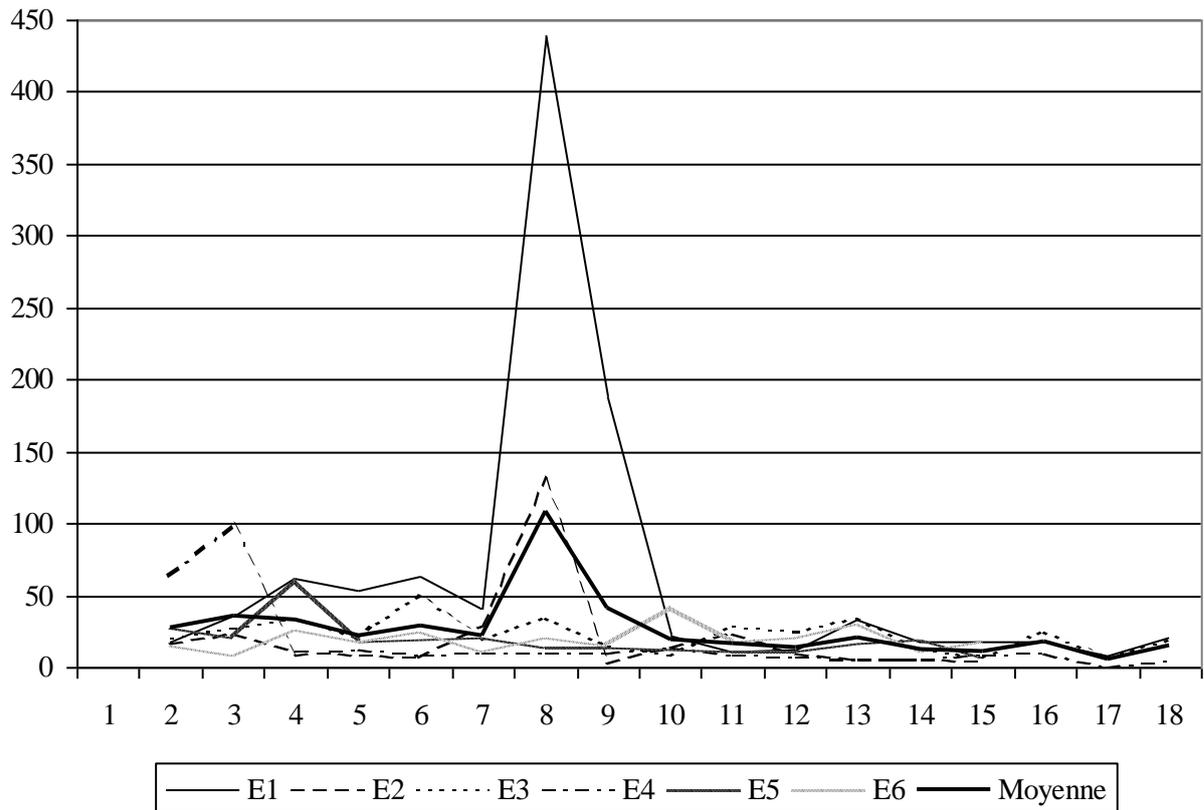
L'évolution de cet indicateur semble indiquer que les joueurs n'ont pas toujours coordonné leurs variations des politiques de prix et des politiques de quantité. Sous l'hypothèse qu'un offreur produit une quantité qui résulte de l'égalisation de son prix au coût marginal, une hausse de prix devrait être suivi par une hausse de la quantité produite, tandis qu'une baisse de prix devrait être accompagnée par une baisse de la quantité produite. Dans très peu de cas cette hypothèse est vérifiée. Par exemple, sur le marché E₅, la tendance de l'évolution des prix est à la baisse sur les trois phases que dure l'expérimentation. Or, au lieu d'observer la même tendance pour les quantités produites, il semblerait que les offreurs, ont, au contraire, augmenté au fur et à mesure leurs quantités. Cette augmentation diminue, certes, en intensité, mais elle témoigne d'une incapacité de la part des offreurs à coordonner leurs variations de quantité et de prix.

Figure 3.19 Evolution des variations des politiques de prix et de quantité sur le marché E₅



La stabilisation de la variation des quantités produites s'accompagne d'une homogénéisation des variations, mais ce processus n'est pas complet sur tous les marchés. L'évolution de l'écart type des variations de quantités est illustrée sur la figure ci-dessous.

Figure 3.20 Ecart type des variations de quantité sur tous les marchés



Les variations des politiques d'une période à l'autre semblent très hétérogènes et de ce point de vue, la quasi-stabilisation des variations de quantités mise en évidence précédemment apparaît comme un processus de compensation des variations individuelles. Parmi les marchés, c'est le marché E₁ qui paraît le plus hétérogène, en raison d'une politique isolée d'exploitation « monopolistique » de la demande adoptée par l'un des offreurs sur ce marché. Sur le marché E₂, le même type de politique produit un pic de cet indicateur lors de la 6^{ème} période. Si on élimine ces périodes, on constate que l'écart type des variations de quantités est à la baisse est que, lors des dernières périodes, il passe sous la barre de 20. Le processus d'homogénéisation est donc en marche, même s'il n'est pas complètement abouti. Cette évolution apparaît également sur le tableau ci-dessous dans lequel sont présentées les moyennes des écart type pour chaque phase de l'expérimentation.

Tableau 3.13 Moyennes par phase de jeu des écarts type des variations des politiques de quantité

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	45.7	117.36	16.39
E2	13.3	39.89	6.44
E3	29	24.51	13.93
E4	33.8	8.85	5.63
E5	29	14.36	13.39
E6	18.5	21	19.7
Moyenne	28.2	37.7	12.6

Sur les marchés E₃, E₄ et E₅, le processus d’homogénéisation des variations de quantités est progressif. Sur le marché E₄ ce processus est même très avancé. Sur les marchés E₁ et E₂, à l’exception des valeurs très élevés enregistrées lors de la deuxième phase, les variations des politiques de quantité s’homogénéisent également lors de la dernière phase. Sur le marché E₆, le processus d’homogénéisation a une très faible intensité : la moyenne des écarts type varie très peu entre les trois phases. A la fin, ce marché semble le plus hétérogène de ce point de vue.

Sur tous les marchés les politiques de prix et de quantité convergent vers la politique de l’issue de concurrence. Ce processus est plus ou moins avancé selon les marchés. Les différences entre les protocoles expérimentaux n’affectent pas de manière substantielle ce processus. Les politiques des participants s’homogénéisent et se stabilisent, à la fin du processus au voisinage de l’issue de concurrence. Le processus d’homogénéisation est plus évident pour les prix que pour les quantités. Les degrés d’homogénéisation et de stabilisation varient aussi selon le marché.

2.3 Coordination et coopération faibles entre les offreurs sur les marchés expérimentaux

Cette sous-section présente une analyse globale des interactions stratégiques entre les offreurs. Deux indicateurs (de coordination et de coopération) sont présentés dans les deux paragraphes suivants. Ces indicateurs serviront dans toutes les analyses présentées dans la dernière partie de cette thèse.

2.3.1 L'indicateur de coordination : manque de compatibilité entre les politiques adoptées

L'indicateur de coordination mesure l'ampleur du déséquilibre entre l'offre totale et la demande totale sur le marché. Il est calculé comme l'écart entre les quantités produites et la demande exprimée aux prix affichés.

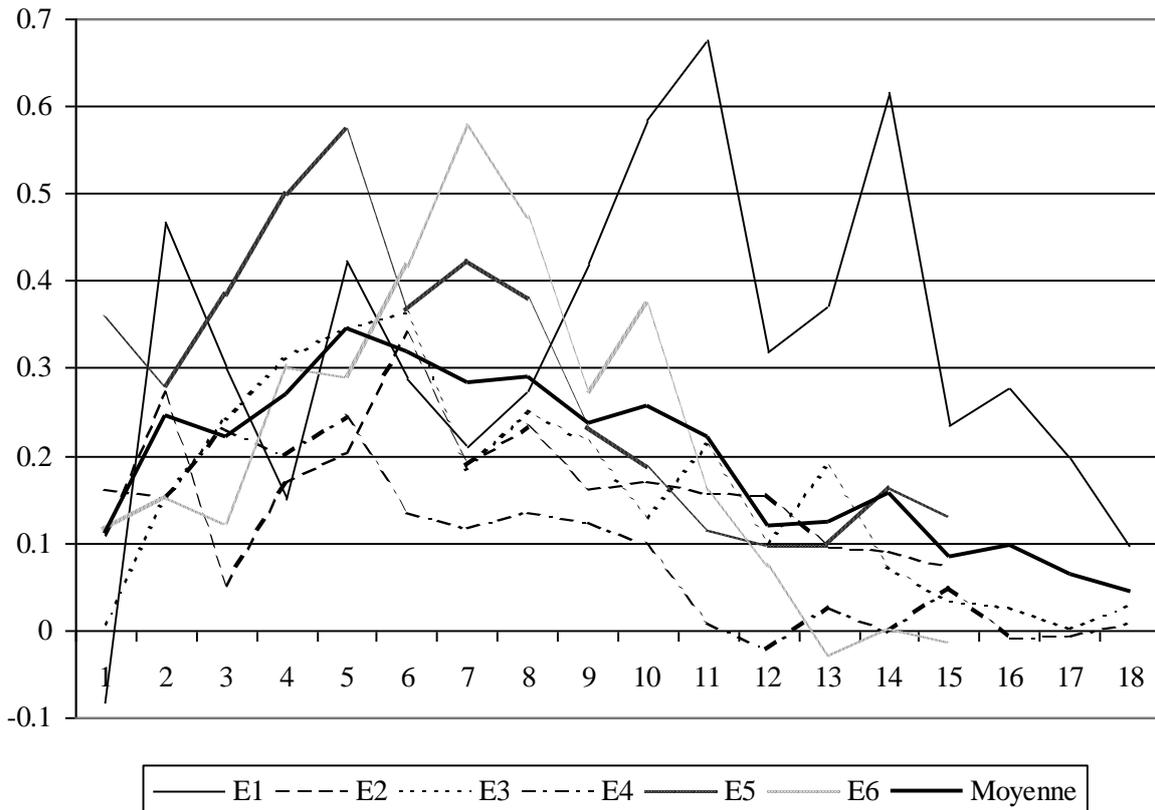
$$I_{coord} = \sum \frac{q_i}{D(p_i)} - 1 \quad (3.12).$$

L'indicateur mesure, du point de vue d'un observateur extérieur au marché l'état du marché à un moment donné : excès de l'offre, excès de la demande ou l'égalité entre les deux. Cet état est produit par la mise en concurrence des offreurs et non pas par une démarche volontaire de la part de ceux-ci. Les offreurs n'ont pour objectif ni de rendre leurs politiques compatibles entre elles, ni de les rendre incompatibles. Cet indicateur renvoie juste une image des faits à un moment donné, sans porter de jugement sur les capacités cognitives des participants¹. Une valeur positive de cet indicateur indique une situation d'excès d'offre et une valeur négative une situation d'excès de demande. La valeur nulle signifie que tous les agents écoulent leurs quantités et qu'il n'y a pas de demandeurs non servis.

L'évolution de cet indicateur sur les marchés expérimentaux est représentée sur la figure ci-dessous :

¹ Les offreurs qui adoptent un comportement de type « stratégique » produisent plus que la demande fractionnelle au prix affiché. L'indicateur de coordination est, dans ce cas, très positif. En revanche, lorsque le marché se stabilise au voisinage de l'issue de concurrence, on s'attend à ce que l'indicateur de coordination se stabilise lui aussi au voisinage de 0. Lorsque tous les offreurs sur le marché adoptent la politique de l'issue de cartel, l'indicateur de coordination est aussi égal à 0. Les offreurs n'avaient pas recherché activement cet état, pourtant ils y sont.

Figure 3.21 Evolution de l'indicateur de coordination sur les marchés expérimentaux¹



Cet indicateur ne démarre pas au même niveau sur tous les marchés. Sur le marché E₁ il y a un excès de la demande lors de la première période. Sur le marché E₃ il y a, lors de la première période de jeu, un quasi-équilibre entre les quantités totales produites et les quantités totales demandées. Sur les marchés E₂, E₄ et E₆ il y a une situation d'excès de l'offre lors de la première période. Sur le marché E₅, la coordination entre les offreurs est très mauvaise lors de la première période.

L'évolution de cet indicateur est par la suite semblable sur tous les marchés : les quantités totales offertes sont très en excès par rapport aux quantités totales demandées pendant les périodes du milieu des expérimentations et elles s'équilibrent lors des dernières périodes. Les seules exceptions à cet état général d'excès de l'offres ont été observées lors de quelques périodes sur les marchés E₄ et E₆. Sur le tableau ci-dessous apparaissent les valeurs moyennes

¹ Pour le marché E₆ l'indicateur de coordination a été modifié pour tenir compte du mécanisme de report de la demande introduit.

$$I_{coord} = \sum \frac{q_{i,t}}{D(p_{\min,t})} - 1 \text{ avec } p_{\min,t} = \text{le prix le plus faible affiché à la période } t$$

de l'indicateur de coordination (involontaire) entre les quantités totales produites et les quantités totales demandées à chaque phase de l'expérimentation.

Tableau 3.14 Valeur moyenne de l'indicateur de coordination à chaque phase de l'expérimentation

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	0.3	0.41	0.3
E2	0.2	0.22	0.11
E3	0.2	0.18	0.06
E4	0.2	0.08	0.01
E5	0.4	0.32	0.12
E6	0.2	0.42	0.04
Moyenne	0.2	0.3	0.1

L'évolution de cet indicateur n'est pas identique sur les marchés. Sur les marchés E₁ et E₆ l'ampleur de l'excès de l'offre augmente d'une manière assez impressionnante lors de la deuxième phase de l'expérimentation et se rétablit lors de la troisième. Le phénomène d'équilibrage entre l'offre totale et la demande totale est le plus abouti sur le marché E₆. Sur le marché E₁, l'écart entre l'offre et la demande revient, lors de la troisième phase de jeu, à son niveau initial, mais les situations d'excès de l'offre sont encore assez courantes.

Sur les marchés E₂ et E₃ les écarts entre les quantités produites et les quantités offertes se maintiennent aux mêmes niveaux lors des deux premières phases du jeu. Ces écarts se rétrécissent lors de la dernière phase. Ce processus est plus intense sur le marché E₃ que sur le marché E₂.

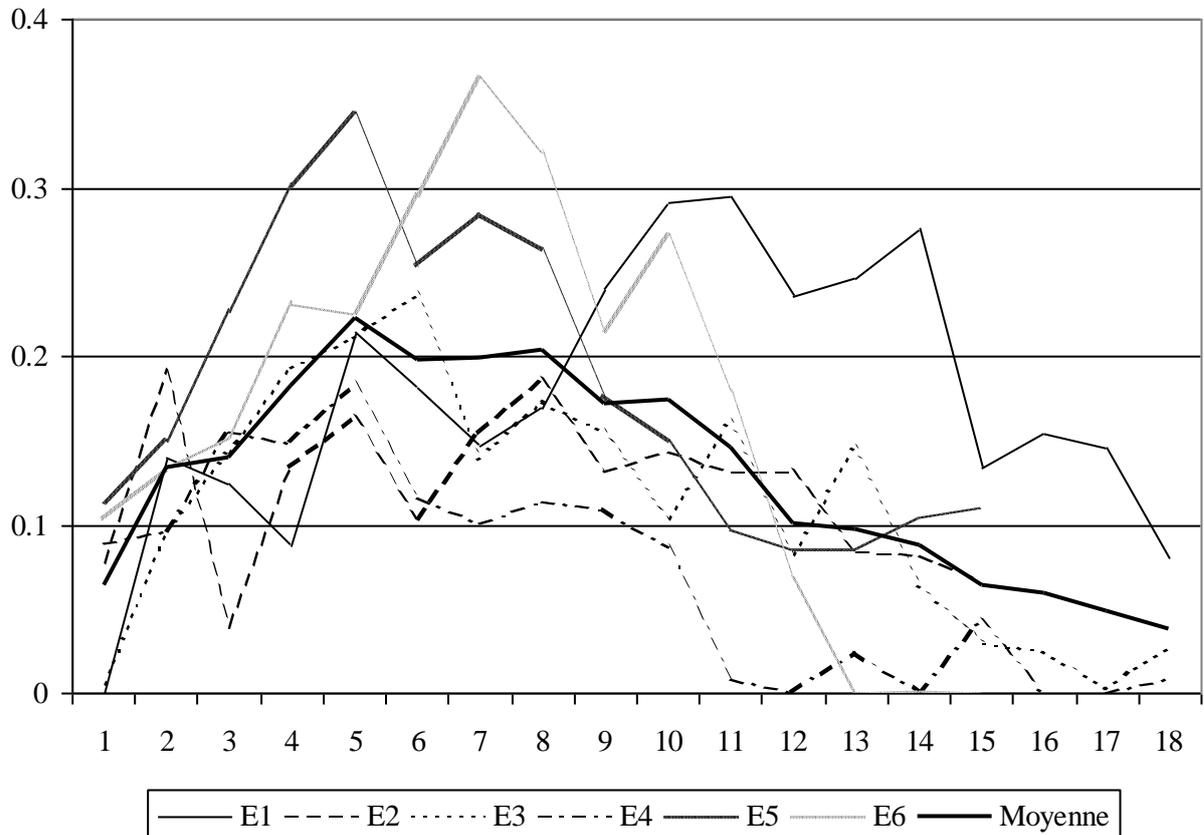
Sur les marchés E₄ et E₅ on constate que le phénomène d'équilibrage entre les quantités totales offertes et les quantités totales demandées est en amélioration progressive. Sur le marché E₄, les décisions des offreurs sont entièrement compatibles avec la demande totale exprimée. Ce processus est moins abouti sur le marché E₅.

Le manque de compatibilité entre les quantités produites et les quantités demandées se solde par des invendus importants subis par les joueurs qui affichent les prix les plus élevés. Pour rendre compte de ce phénomène nous avons calculé le rationnement moyen de l'offre, en prenant l'écart relatif entre les quantités produites et les quantités vendues.

$$R_t = \frac{\sum_i q_{i,t} - \sum_i v_{i,t}}{\sum_i q_{i,t}} \tag{3.13}$$

L'évolution du taux de rationnement sur les marchés expérimentaux est présentée sur la figure 3.22.

Figure 3.22 Evolution de l'intensité moyenne du phénomène de rationnement de l'offre sur les six marchés expérimentaux analysés



L'intensité du phénomène de rationnement n'est pas identique sur tous les marchés. En effet, l'intensité de ce phénomène est beaucoup plus forte sur les marchés E₁, E₅ et E₆ que sur les marchés E₂, E₃. L'intensité de ce phénomène est la plus faible sur le marché E₄. Ce résultat confirme les conclusions tirées dans les deux paragraphes précédents dans lesquels nous avons montré que le phénomène de convergence et de stabilisation des politiques moyennes au voisinage de la politique de l'issue de concurrence a été le plus avancé sur le marché E₄.

Néanmoins, quel que soit le marché, le rationnement atteint en milieu de jeu des niveaux très élevés, synonymes de ventes très faibles voire nulles pour ceux qui pratiquent les prix les plus hauts. Lors des dernières périodes, l'intensité moyenne de ce phénomène descend sous le seuil de 10%. Sur les marchés E₃, E₄ et E₆ le rationnement moyen descend en dessous de 5%.

Tableau 3.15 Taux moyen de rationnement pour chaque phase de jeu

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	0.1	0.23	0.17
E2	0.1	0.14	0.1
E3	0.1	0.14	0.05
E4	0.1	0.07	0.01
E5	0.2	0.23	0.1
E6	0.2	0.29	0.05
Moyenne	0.2	0.2	0.1

Le niveau moyen du taux de rationnement se situe dans un intervalle entre 10% et 20% lors de la première phase de jeu. Lors de la deuxième phase ce phénomène s’amplifie sur tous les marchés, sauf sur le marché E₄, sur lequel ce phénomène diminue en intensité. Lors de la troisième phase de jeu, l’intensité du rationnement diminue sur tous les marchés. La seule exception est le marché E₁ sur lequel il semblerait que les offreurs peinent à écouler l’ensemble des quantités offertes.

Les situations d’excès de la demande quant à elles, sont saisies à travers le taux de rationnement des demandeurs. Cet indicateur est égal à l’écart relatif entre la demande contingente au prix le plus élevé et la quantité totale offerte à ce prix.

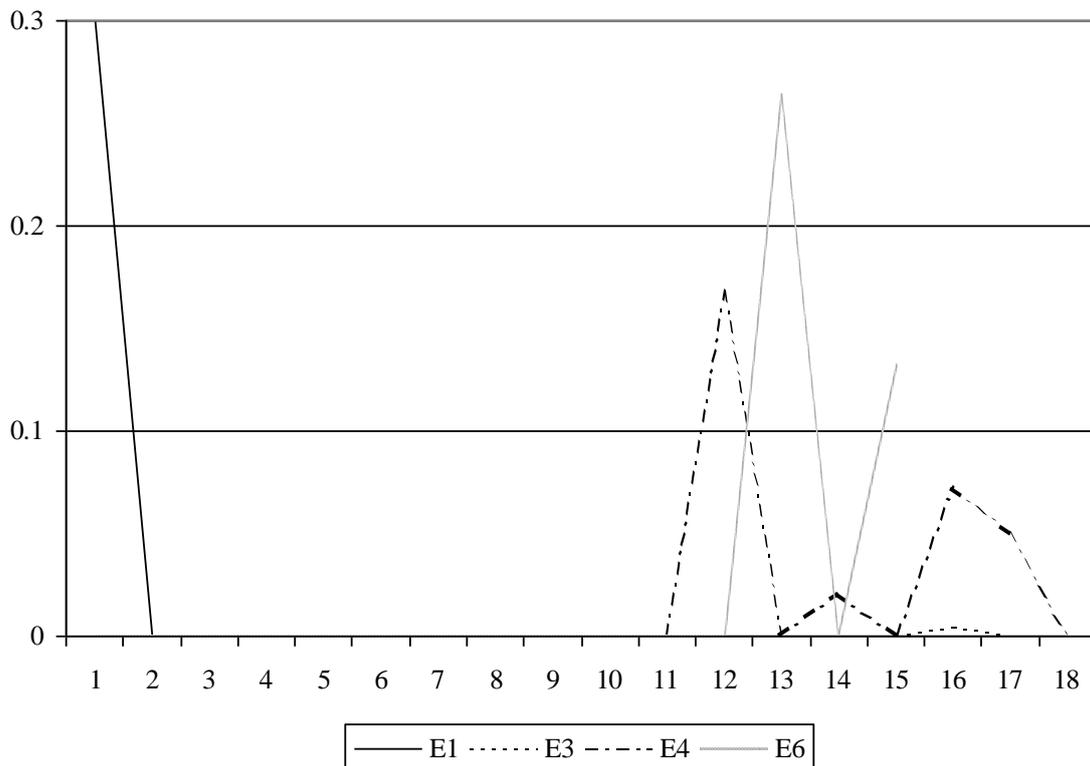
$$R_t^D = \frac{q(p_{\max,t})}{d(p_{\max,t})} \tag{3.14}$$

où $q(p_{\max,t})$ est la quantité totale mise en vente au prix le plus élevé affiché à la période t

et où $d(p_{\max,t})$ est la demande contingente à ce prix.

Il est évident que, pour que le phénomène de rationnement de la demande puisse faire son apparition il faut que le phénomène d’excès de l’offre disparaisse. Or, ce phénomène reste présent sur quelques marchés expérimentaux jusqu’aux dernières périodes. Sur les marchés E₂ et E₅, aucune situation de rationnement de la demande n’a été observée. Ces marchés n’apparaissent pas sur la figure ci-dessous sur laquelle est représentée l’évolution de cet indicateur.

Figure 3.23 Evolution du taux de rationnement de la demande sur les marchés expérimentaux

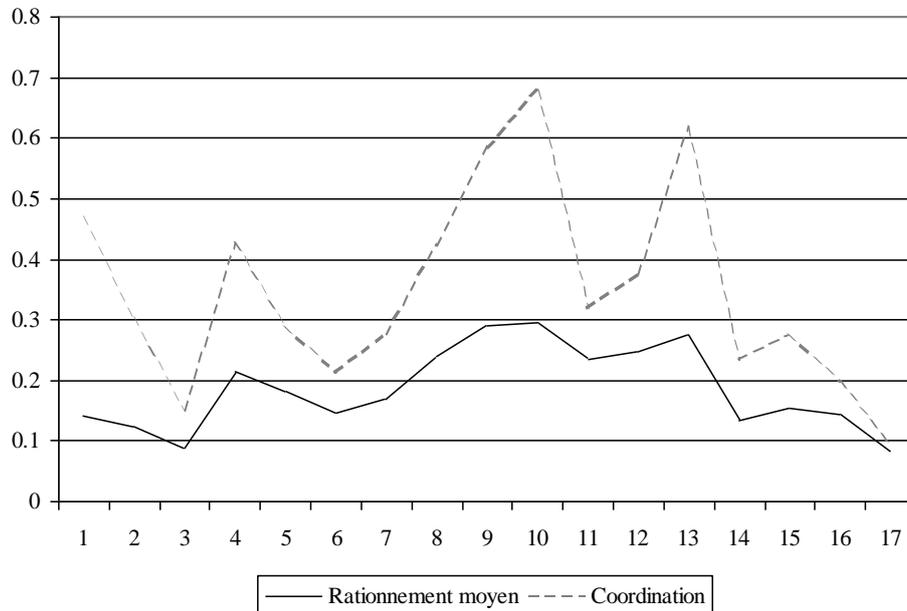


Le phénomène de rationnement de la demande affecte très peu les échanges sur les marchés expérimentaux. Sur le marché E₁, la seule situation de rationnement est intervenue lors de la première période. Sur les marchés E₃, E₄ et E₆ il intervient lors des dernières périodes. Dans ces situations, une exploitation « monopolistique » de la demande contingente aurait été possible.

Entre ces indicateurs (coordination, rationnement de l'offre et rationnement de la demande) il y a une forte corrélation. Une valeur positive de l'indicateur de la coordination (qui traduit une situation de mauvaise coordination) s'accompagne d'une hausse de l'intensité moyenne du rationnement de l'offre et par une valeur nulle du taux de rationnement de la demande. Lorsque l'indicateur de coordination est négatif, le taux de rationnement de l'offre est nul tandis que le taux de rationnement de la demande est positif. Lorsque l'indice de coordination est nul, sur le marché il ne peut y avoir ni rationnement de l'offre, ni rationnement de la demande. L'intensité du processus de coordination est différente de l'intensité du phénomène de rationnement : en règle générale, le premier indicateur est au dessus du deuxième. Néanmoins, sur tous les marchés expérimentaux, l'écart relatif entre les deux indicateurs se

réduit au fur et à mesure¹. A titre d'exemple, l'évolution des deux indicateurs sur le marché E₁ est représentée sur la figure ci-dessous.

Figure 3.24 Evolutions parallèles de l'intensité moyenne du rationnement de l'offre et de la coordination sur le marché E₁



2.3.2 L'indicateur de coopération : faible capacité des offreurs à augmenter conjointement leurs profits

L'indicateur de coopération est souvent utilisé dans les analyses expérimentales des marchés pour rendre compte de la capacité des offreurs à se saisir des opportunités offertes par l'issue de cartel sur le marché.

$$I_{coop} = \frac{\text{profit effectif} - \text{profit de concurrence}}{\text{profit de cartel} - \text{profit de concurrence}} \quad (3.15).$$

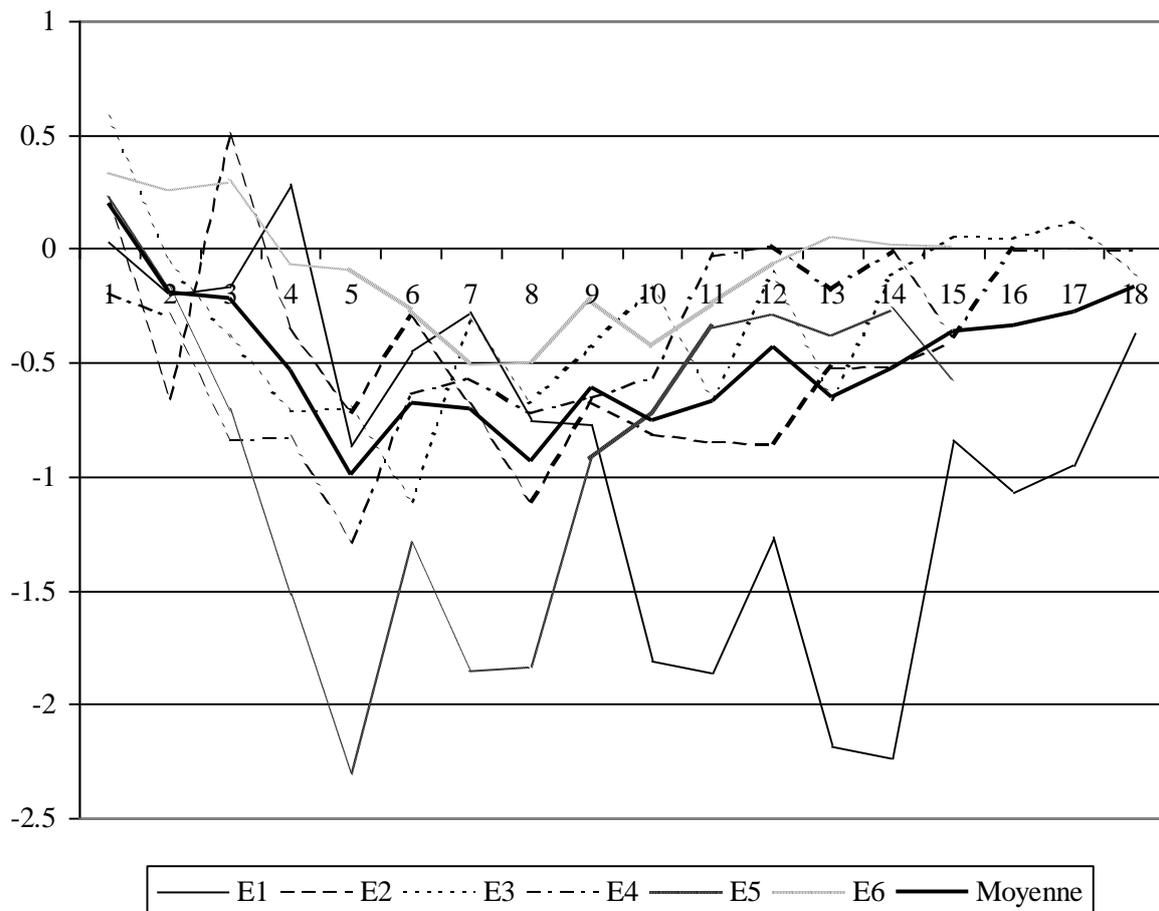
Comme l'indicateur de coordination, l'indicateur de coopération ne traduit pas une volonté de la part des offreurs à améliorer les profits totaux. L'indicateur de coopération renvoie, à une

¹ La comparaison entre l'intensité du processus de coordination et le phénomène de rationnement de la demande n'a pas beaucoup d'intérêt car l'intensité du deuxième est mesurée uniquement par rapport à la politique du prix le plus élevé.

période donnée, une image de l'état du marché, à laquelle les offreurs ont contribué, sans pourtant qu'ils se soient entendus pour y arriver.

Cet indicateur est égal à 1 quand le marché se stabilise à l'issue de cartel et à 0 quand il se stabilise à l'issue de concurrence¹. Pendant les périodes de fort rationnement de l'offre, on peut s'attendre à ce que la valeur de cet indicateur soit négative. L'évolution de cet indicateur sur les marchés expérimentaux est représentée sur la figure 3.25.

Figure 3.25 Evolution de l'indicateur de coopération sur les marchés expérimentaux



Lors de la première période l'indice de coopération enregistre une valeur positive sur tous les marchés, sauf le marché E₄. Cet état de grâce ne dure que deux ou trois périodes. L'indice de coopération diminue drastiquement par la suite sur tous les marchés expérimentaux. Ce n'est qu'à partir des dernières périodes des expérimentations que l'indice de coopération se rapproche, à nouveau, de 0. Sur le marché E₁, il reste en dessous de 0 à la fin de l'expérimentation.

¹ Si la valeur de 1 est spécifique d'une issue de cartel, la valeur 0 peut être atteinte même lorsque l'on ne se situe pas à l'issue de concurrence (des profits négatifs pouvant être compensés par des profits positifs).

Tableau 3.16 La moyenne des indicateurs de coopération pour chaque phase de jeu

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	-0.2	-1.12	-1.27
E2	-0.2	-0.72	-0.63
E3	-0.4	-0.39	-0.11
E4	-0.7	-0.42	-0.1
E5	-0.9	-1.33	-0.37
E6	0.1	-0.39	-0.04
Moyenne	-0.4	-0.7	-0.4

Sur aucun des marchés analysés, les offreurs ne sont capables d’exploiter les avantages mutuels d’une situation de cartel, alors qu’ils ont un avantage sur les acheteurs : ils peuvent proposer les prix et les quantités. Au contraire, pris dans la spirale de la baisse des prix, ils s’éloignent progressivement de l’issue de cartel. A la fin de l’expérimentation, tous les marchés expérimentaux se stabilisent dans le voisinage de l’issue de concurrence, même si ce processus est plus ou moins abouti selon le marché.

Conclusion

Le phénomène de convergence des prix des transactions vers le prix de l’issue de concurrence n’est pas un phénomène nouveau dans le paysage des expérimentations de marché. Lors de la première vague d’expérimentations, ce résultat était mis en avant comme une preuve de l’efficacité des marchés à prix affichés. Depuis, il a été contesté par les expérimentations réalisées sur les marchés sur lesquels il existe une issue d’équilibre en stratégies pures (deuxième vague) et par les expérimentations réalisées sur les marchés sur lesquels il n’existe pas d’issue d’équilibre en stratégies pures (troisième vague, celle dans laquelle nous avons inscrit notre étude). Sur ces derniers marchés, les expérimentations précédentes avaient montré que l’issue de concurrence n’était que l’une des issues *a priori* possibles vers laquelle peuvent converger les prix des transactions.

Notre étonnement provient du fait que **tous** nos six marchés expérimentaux ont convergé vers la politique de l’issue de concurrence. De plus, ce processus est robuste aux variations de protocole introduites. Ni le nombre d’offeurs sur le marché (tant que ce nombre est relativement élevé), ni le mécanisme de report de la demande, ni la quantité d’information

mise à la disposition des offreurs, ni l'expérience antérieure des participants avec le mécanisme de marché ne semblent perturber ce processus de manière significative.

On pourrait reprocher à nos expérimentations la durée, qui peut sembler trop courte, de seulement 15 et respectivement 18 périodes. Pour avoir organisé ces expérimentations, nous nous répondrons que même si on avait laissé jouer les participants plus longtemps, les chances de voir apparaître d'autres types d'issues sont très faibles car, de toute façon, les politiques adoptées, ne varient que très peu lors des dernières périodes. Les tendances que nous avons observées semblent ainsi robustes¹.

Comment positionner dans ces conditions nos résultats dans l'ensemble des résultats obtenus au fil des 40 dernières années ? Il nous semble que nous sommes devant deux hypothèses.

La première, cohérente avec les expérimentations de la première vague, est que, sur ces marchés expérimentaux il y a une sorte de force qui conduit les échanges vers l'issue de concurrence, « la main invisible ». La deuxième, cohérente avec les résultats obtenus lors de la troisième vague d'expérimentations, est que d'autres issues de marchés auraient pu être observées, et que, par conséquent, le fait que nous n'ayons observé que l'issue de concurrence est juste un fait « du hasard ».

Quelle que soit la conclusion retenue, nous sommes bien en peine de lui donner une explication. D'une part, on dit que les échanges sont conduits vers l'issue de concurrence sous l'effet d'une main invisible, de l'autre que c'est sous l'effet du hasard. Mais en quoi consistent ces forces ? Comment les interpréter avec les arguments classiques de l'analyse économique ?

Pour répondre à cette question, il faudra regarder, plus attentivement, les décisions prises par les offreurs. A notre connaissance cette analyse n'a été traitée que secondairement dans les expérimentations antérieures. Pour les expérimentations de la première vague, il semblait « évident » qu'une main invisible devrait conduire les transactions vers le politique de l'issue de concurrence. Pour les travaux de la troisième vague, les auteurs se contentent de montrer qu'au contraire, il n'y a pas de main invisible sur ces marchés. A l'exception de Kruse, Rassenti, Reynolds *et al.* [1984], aucune autre étude n'aborde la question de savoir comment

¹ On touche là à un aspect très délicat de la méthode expérimentale : lors des dernières périodes, les participants semblent se faire à un état « d'équilibre », même si les profits qu'ils obtiennent dans cet état sont très faibles. La question de comment motiver les participants pour qu'ils cherchent un autre état est une question ouverte dans la plupart des expérimentations.

les participants prennent leurs décisions lorsqu'on sait que, de leur point de vue, il n'y a pas d'équilibre de Nash, donc pas d'attracteur, fût-il seulement local.

CHAPITRE 4. ANALYSE DES COMPORTEMENTS

OBSERVES SUR LES MARCHES EXPERIMENTAUX

Ce chapitre a pour objectif de nous permettre de choisir entre les deux interprétations possibles des résultats obtenus dans chapitre précédent : les échanges sont conduits vers l'issue de concurrence soit par la « main invisible » (hypothèse de la première vague d'expérimentations) soit par un « pur hasard » (hypothèse de la troisième vague d'expérimentations¹). Il est évident que, pour interpréter les phénomènes observés sur les marchés expérimentaux, on devrait procéder à une analyse des politiques adoptées par les participants. Quelle que soit l'interprétation retenue, ces politiques devraient être mises en rapport avec un modèle de comportement « rationnel ». Aussitôt énoncé l'objectif fixé, on se heurte à un problème de définition d'un comportement rationnel dans ce contexte de marché.

Dans ce cadre institutionnel, la question de la rationalité des décisions ne peut pas être jugée au regard des patrons habituels (*optimisation paramétrique* dans le cadre walrasien, *meilleure réponse* dans le cadre stratégique avec équilibre de Nash). Nous avons défini les critères d'une action raisonnable adaptée à ce contexte « sans équilibre »². Ces critères sont : la capacité d'adaptation aux signaux envoyés par le marché (rationnement ou non), la capacité de proposer des politiques pour lesquelles il y a adéquation entre le prix et la quantité, et, enfin, la capacité à améliorer le profit obtenu d'une période à l'autre.

Sur la base de ces critères, et en procédant à une analyse économétrique des décisions prises, nous avons pu modéliser les comportements en distinguant deux groupes : les comportements

¹ Selon les auteurs de ces expérimentations, l'issue de concurrence, n'est qu'une issue parmi d'autres qui pourraient être observées sur ces marchés

² Le concept de « rationalité cognitive » sera largement exposé dans le cinquième chapitre de la thèse. Pour l'instant, nous nous contentons de préciser que, dans le cadre de cette approche, les principes d'action des offreurs sont gouvernés par l'un des trois paradigmes fondamentaux de l'économie : le paradigme walrasien, le paradigme stratégique (ou nashien) et le paradigme coopératif. Les critères de l'action « raisonnable » représentent des versions plus limitées de la rationalité cognitive (tout comme la « rationalité limitée » au sens de Simon représente la version « allégée » de la rationalité standard).

décrivant des politiques de prix et de quantité plutôt raisonnables, d'un côté, et les comportements décrivant des politiques plutôt non-raisonnables, de l'autre.

Comment la présence de ces comportements sur nos marchés expérimentaux a-t-elle pu conduire les échanges vers l'issue de concurrence ? Une série de simulations informatiques tente d'éclairer ce point.

La première section définit le caractère « raisonnable » d'une politique et présente l'analyse économétrique des décisions. A la fin de cette section nous présenterons les règles d'action des deux types de comportements identifiés (le comportement de type « déraisonnable » et le comportement du type « raisonnable »). La deuxième section présente les résultats des simulations informatiques menées.

1. Les indicateurs de l'analyse des comportements

Cette section présente une analyse du caractère « raisonnable » des politiques adoptées par les participants sur nos marchés expérimentaux. A la fin de cette analyse, les offreurs sont classés selon leurs « performances » relatives en participants dont les comportements peuvent être caractérisés comme « raisonnables » et participants dont les comportements adoptés semblent plutôt « déraisonnables ». L'analyse économétrique réalisée à partir des politiques adoptées par chaque groupe de participants a permis d'identifier les règles de comportements des participants appartenant à ces groupes.

1.1 Le caractère « raisonnable » des politiques adoptées

Le caractère « raisonnable » d'une politique est jugée par rapport à trois situations distinctes : l'état des ventes, l'adéquation entre le prix affiché et la quantité produite et enfin, la poursuite de l'objectif d'amélioration du profit. Un indicateur synthétique et quantitatif est proposé pour chaque offreur et pour chaque type de situation.

1.1.1 Capacité moyenne à s'adapter aux signaux envoyés par le marché

La pertinence d'une politique est jugée dans un premier temps à travers la réaction de l'offreur par rapport à l'état des ventes à la période précédente. En effet, le chapitre précédent a montré que sur tous les marchés, le taux des invendus peut atteindre des niveaux très élevés au milieu des expérimentations. Les offreurs sont susceptibles de modifier leurs prix suite à un changement dans leur situation des ventes. L'intensité du phénomène des méventes, pour un joueur i à la période t est mesurée par l'écart relatif entre la quantité produite et la quantité écoulée.

$$R_{i,t} = \frac{q_{i,t} - v_{i,t}}{q_{i,t}} \quad (4.1)$$

avec $q_{i,t}$, la quantité produite par l'offreur i à la période t

$v_{i,t}$, la quantité écoulée par l'offreur i à la période t .

Les situations de méventes sont regroupés suivant leur intensité en : situation de rationnement « nul ou négligeable », situation de rationnement « significatif » et enfin, situation de rationnement « important »¹. Les variations des politiques de prix sont regroupées en : « baisses », « maintiens » et « hausses »². Le tableau ci-dessous présente les réactions (en prix) des agents par rapport à l'état de leurs propres ventes.

¹ Les bornes qui délimitent ces catégories ont été définies en fonction de la distribution empirique des niveaux de rationnement subis par les agents. Ainsi, un rationnement compris entre 0 et 5 % est défini comme « nul ou négligeable » et un rationnement supérieur à 5% et inférieur à 25% comme « significatif ». Tout phénomène de rationnement de l'offre dont l'intensité est supérieure à 25% est qualifié ici comme « important ».

² Une variation du prix comprise entre -1 et 1% correspond à un « maintien » du prix. Les « baisses » du prix correspondent aux variations inférieures à -1% et les « hausses » correspondent aux variations supérieures à 1%.

Tableau 4.1 Distribution des variations de prix (en %) en fonction de l'intensité du rationnement subi

Type de rationnement	Variation du prix		
	Baisse	Maintien	Hausse
Nul (n = 764)	27	44	29
Significatif (n = 45)	78	11	11
Très important (n = 137)	96	4	1

Lecture : 27% des décisions de baisse du prix ont été prises suite à une période pendant laquelle les offreurs avaient écoulé toutes leurs quantités produites

$$\left(\frac{206 \text{ décisions de baisse du prix prises suite à une période d'écoulement intégral des quantités produites}}{764 \text{ décisions prises suite à une période d'écoulement intégral des quantités produites}} \right)$$

A priori, on peut qualifier de « raisonnables » les décisions d'un offreur d'augmenter son prix lorsqu'il n'a pas subi de rationnement tout comme les décisions de baisser son prix, lorsque, au contraire, il a subi une mévente. Le tableau 4.1 montre que ces principes ne semblent pas toujours suivis. Lorsqu'il y a rationnement, la réaction des agents semble toujours raisonnable. Il n'en est pas de même en son absence. Ainsi, sur l'ensemble des décisions, seulement 39% des décisions peuvent être considérées comme « raisonnables » selon le critère énoncé, tandis que le poids des décisions qui semblent « déraisonnables » (baisser son prix lorsqu'on a vendu l'intégralité des quantités produites)¹ est important (23%).

En lisant ce tableau sur la colonne, on découvre que 45% des décisions de baisse du prix ont été prises suite à un rationnement². Le phénomène de rationnement affecte de manière nette le caractère des décisions adoptées³. Néanmoins, force est de constater que le reste des décisions de baisse du prix, qui représentent tout de même plus de la moitié (55%), ont été prises dans des situations dans lesquelles les agents n'avaient pas subi de rationnement. La spirale à la baisse des prix est donc amplifiée par les décisions « déraisonnables ».

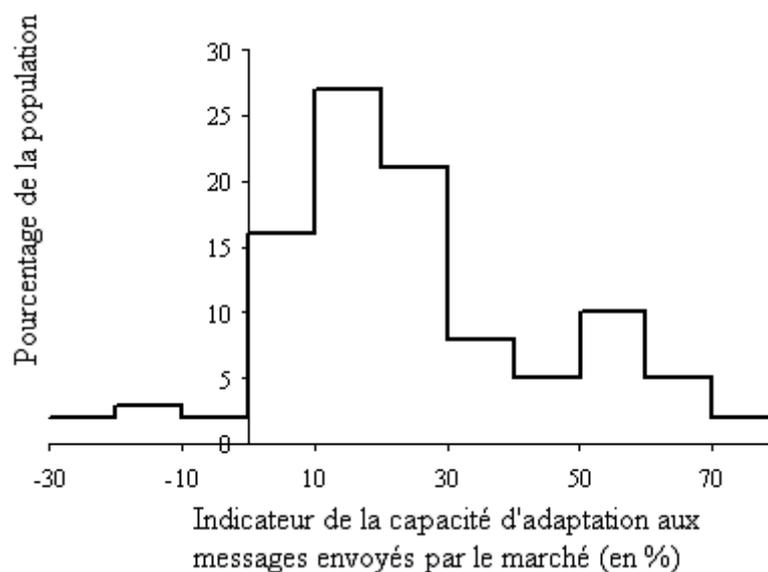
¹ Les décisions de « maintien » de prix (pourtant elles mêmes discutables) n'entrent pas en compte dans cette analyse.

² Le nombre total de décisions de « baisse du prix » est de 373 (27%*764 + 78%*45 + 96%*137). Ces décisions sont distribuées de la manière suivante : 55% des décisions de baisse du prix ont été prises suite à un rationnement « nul », 10% suite à un rationnement « significatif » et 35% suite à un rationnement « très important ».

³ Si les prix moyens observés sur les marchés s'inscrivent tous sur une pente à la baisse, le phénomène de rationnement doit certainement y jouer un rôle.

Un indicateur individuel de la capacité d'adaptation relative au marché peut en être déduit. **Pour chaque participant on a calculé la part de l'écart entre le nombre de décisions « raisonnables » et le nombre de décisions « déraisonnables » selon ce critère dans le nombre total de décisions prises.** Si pour un offreur cet indicateur est positif, alors l'offreur a adopté plus de décisions « raisonnables » que de décisions « déraisonnables ». 58 agents (93%) se trouvent dans cette situation. En revanche, une valeur négative indique que l'agent a pris plus de décisions « déraisonnables » que de décisions « raisonnables ». Seulement 4 agents se trouvent dans cette situation. La distribution des valeurs de cet indicateur sur l'ensemble des marchés expérimentaux est représentée dans le graphique ci-dessous.

Figure 4.1 Distribution des indicateurs individuels de l'adaptation aux signaux envoyés par le marché, mesurée en %



L'indicateur individuel de la capacité d'adaptation au marché est supérieur à 50% pour 10 participants seulement. Pour les autres, moins d'une décision sur deux a été « raisonnable ». On constate aussi, à la lecture de ce graphique, que les participants sont relativement homogènes du point de vue de leur capacité à s'adapter aux messages envoyés par le marché (pour la plupart d'entre eux cet indicateur varie entre 10 et 30% de décisions « raisonnables »).

Les variations des politiques de quantités en fonction du rationnement semblent plus hétérogènes. Les deux tableaux ci dessous présentent la coordination relative entre les

variations des prix et des quantités selon que les offreurs ont subi ou non un phénomène de rationnement.

Tableau 4.2 Variations des politiques de prix et de quantités lorsque les participants écoulent l'intégralité des quantités produites (en %)

		Modification de la quantité (en %)		
		Baisse (197)	Maintien (253)	Hausse (292)
Modification du prix (en %)	Baisse (190)	13	4	8
	Maintien (347)	9	23	15
	Hausse (205)	5	7	16

Lecture : en gris clair apparaissent les décisions « raisonnables » et en gris foncé les décisions « déraisonnables » selon le critère d'adaptation entre la variation du politique de prix et la variation de la politique de quantité

Lorsque les offreurs n'ont pas subi de rationnement, ils adoptent une réaction « raisonnable » dans 37% des cas : augmentation du prix et augmentation ou maintien de la quantité produite ou maintien du prix et hausse de la quantité produite (l'aire colorée en gris clair dans le tableau 4.2). En revanche, dans plus d'un quart des cas, la réaction des offreurs est « déraisonnable » : baisse du prix accompagnée d'une baisse ou d'un maintien de la quantité produite ou maintien du prix accompagné d'une baisse de la quantité produite (l'aire colorée en gris foncé dans le tableau 4.2).

Dans le tableau suivant toutes les situations dans lesquelles les offreurs ont subi un rationnement supérieur à 5% sont groupées ensemble. Les décisions « raisonnables » apparaissent dans les cases colorées en gris clair. Il s'en suit que les réactions des offreurs sont dans la plupart des cas « raisonnables » (91%). Les réactions « déraisonnables » apparaissent dans les cases colorées en gris foncé. Elles n'ont été observées que dans 5% des cas.

Tableau 4.3 Variations des politiques de prix et de quantités lorsque les participants subissent un rationnement

Modification du prix (en %)	Modification de la quantité (en %)		
	Baisse (100)	Maintien (51)	Hausse (53)
Baisse (180)	46	19	23
Maintien (18)	3	4	2
Hausse (6)	0	1	2

Lecture : en gris clair apparaissent les décisions « raisonnables » et en gris foncé les décisions « déraisonnables » selon le critère d'adaptation entre la variation du politique de prix et la variation de la politique de quantité. On observe, en comparant ce tableau avec le tableau précédent que l'aire des décisions « raisonnables » lorsqu'il y a eu une situation de rationnement à la période précédente, correspond à l'aire des décisions « déraisonnables » dans la situation dans laquelle l'offreur avait écoulé l'intégralité des quantités produites.

En conclusion, du point de vue de la capacité à s'adapter aux signaux envoyés par le marché, capacité analysée à travers les variations des politiques de prix (les variations des politiques de quantité étant moins concluantes), nos offreurs semblent moyennement performants. Dans la plupart des situations qui suivent à un rationnement, les offreurs répondent de la manière dont on pouvait s'y attendre, c'est-à-dire, en baissant leurs prix. En revanche, dans les situations qui suivent aux périodes d'écoulement intégral des quantités produites, seulement la moitié d'entre eux adoptent le comportement « raisonnable » auquel on s'attendait, c'est-à-dire une augmentation du prix.

1.1.2 Capacité générale médiocre à proposer des politiques adéquates du point de vue des prix et des quantités

Le deuxième indicateur de pertinence d'une politique est l'adéquation entre le prix affiché et la quantité produite. Sur les marchés expérimentaux, les participants ont été tenus de respecter une seule condition : ne pas produire plus que la quantité dont le coût unitaire serait supérieur au prix affiché. Cette condition a permis, d'une part, d'éviter les pertes volontaires aux agents¹ et, d'autre part, elle a permis de tester la capacité des agents à découvrir par eux-mêmes une règle de comportement qu'en économie on considère comme « allant de soi » : **ne**

¹ Les pertes volontaires peuvent avoir un sens si les conditions des offreurs sont différentes et si cela peut permettre à certains de produire beaucoup à un faible coût. Lors de ces expérimentations, les conditions de production ont été identiques pour tous les joueurs et, de plus, il était expressément indiqué que les joueurs ne pouvaient pas s'éliminer du marché.

pas produire plus que la quantité dont le coût marginal est égal au prix. Puisque les participants n'étaient pas tenus, par le protocole expérimental, de respecter cette règle, nous nous attendions à ce que leurs décisions soient affectées au début par une inadéquation entre les prix affichés et les quantités produites, mais nous nous attendions également à ce qu'au fur et à mesure que les expérimentations avancent ce phénomène disparaisse.

Nos attentes ont été, malheureusement, infirmées sur la plupart des marchés expérimentaux sur lesquels l'évolution de la fréquence d'apparition des décisions « inadéquates » est en hausse¹. Le tableau ci-dessous présente les fréquences moyennes des décisions « inadéquates » pour chaque phase des expérimentations.

Tableau 4.4 Fréquence moyenne des décisions « inadéquates » pour chaque phase de l'expérimentation

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	8	23	27
E2	3	15	55
E3	13	19	17
E4	39	33	24
E5	16	26	16
E6	29	44	49
Moyenne	18	26.7	31.3

Le marché E₂ offre l'exemple le plus marquant de la tendance à la hausse accélérée de la part des décisions « inadéquates ». Sur ce marché, lors de la dernière phase, une décision sur deux est « inadéquate » alors que, lors de la première phase, le nombre de décisions « inadéquates » était négligeable. Lorsqu'on regarde la progression générale de ce phénomène, on a l'impression qu'au lieu de perfectionner leur décisions (en les rendant plus « adéquates »), les participants sont en train de sombrer dans un état de confusion totale. Au fur et à mesure que le jeu avance, ils semblent oublier progressivement même les rudiments de conduite « rationnelle » dont ils avaient pourtant fait preuve lors de la première phase du jeu.

Il n'y a que deux marchés sur lesquels on observe l'une des tendances opposées : soit la baisse de la fréquence des décisions « inadéquates » (le marché E₄), soit le maintien au même niveau

¹ Par décisions « inadéquate » nous entendons la décision pour laquelle la quantité produite est supérieure à la quantité maximale raisonnable, c'est-à-dire la quantité dont le coût marginal égalise le prix affiché :

$$q_{\max,i,t} \text{ t.q. : } p_{i,t} = Cm(q_{\max,i,t}) \rightarrow q_{\max,i,t} = q_0 + \sqrt{\frac{p_{i,t} - b}{a}}, \text{ où } q_0, a, b \text{ sont des paramètres de calibrage du modèle, voir le Chapitre 3.}$$

que lors de la première phase (le marché E₅). Mais, même sur ces deux marchés, la part des décisions « inadéquates » dans l'ensemble des décisions prises reste tout de même trop élevée pour qu'on puisse parler de la disparition des décisions « inadéquates » sur l'ensemble de nos marchés expérimentaux.

Un quart des décisions totales prises au cours de nos expérimentations sont donc « inadéquates » du point de vue de l'analyse économique. Mais avec quelle intensité le sont-elles ? Nous avons calculé, pour chaque décision de ce type observée, l'écart relatif entre la quantité totale produite et la quantité maximale qui aurait dû être produite si ce critère très simple de comportement avait été respecté. Le tableau ci-dessous présente le taux moyen de l'intensité de ce phénomène pour chaque phase du jeu.

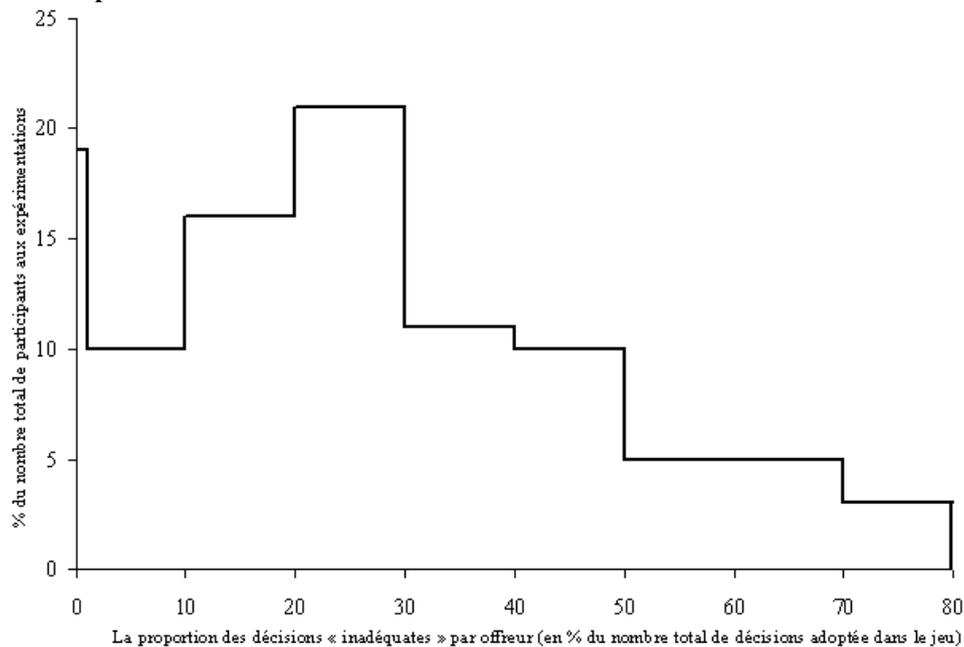
Tableau 4.5 Intensité moyenne du phénomène d'inadéquation entre les prix affichés et les quantités proposées pour chaque phase du jeu

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
E1	20	23	20
E2	14	16	11
E3	12	10	16
E4	11	12	11
E5	17	18	9
E6	15	16	14
Moyenne	14.8	15.8	13.5

Lorsque les offreurs enfreignent cette règle de comportement, l'étendue de leur « irrationalité » est tout de même assez faible : en moyenne, ils produisent 15% de plus que la quantité maximale qu'ils auraient dû produire... La progression de ce phénomène est différente selon le marché. Sur le marché E₃, l'intensité moyenne de ce phénomène s'amplifie au cours du temps. Sur certains marchés (E₁, E₄ et E₆) l'intensité moyenne de ce phénomène se maintient au même niveau durant toutes les phases de jeu. Sur les marchés E₂ et E₅ l'intensité moyenne du phénomène d'inadéquation diminue. Les participants les plus performants sont les participants à l'expérimentation E₅ dans laquelle l'intensité moyenne de ce phénomène passe, lors de la dernière phase de jeu, sous la barre de 10%...

Comment les participants contribuent-ils à ce phénomène ? En sont-ils tous affectés de la même manière ou y a-t-il des écarts considérables entre leurs performances ? Pour chaque offerant on calcule la part des décisions « inadéquates » dans l'ensemble des décisions prises. La figure ci-dessous présente la distribution de cet indicateur pour l'ensemble des participants. .

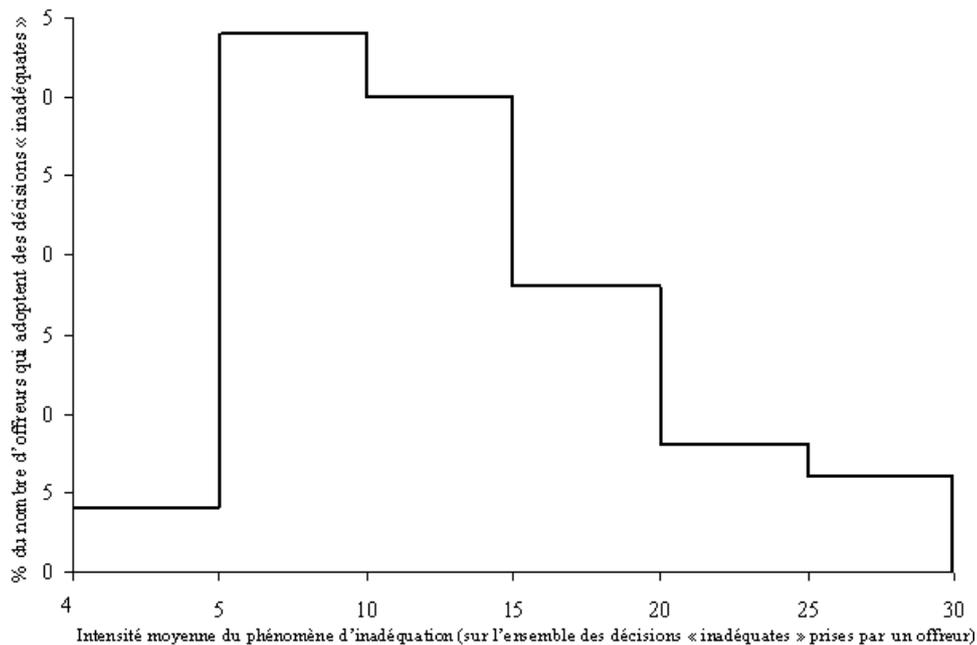
Figure 4.2 Distribution des fréquences individuelles des décisions « inadéquates » dans l'ensemble des participants aux expérimentations



Seulement 12 participants se sont « abstenus » de prendre des décisions « inadéquates ». Pour 6 autres (10% de l'ensemble), on peut considérer qu'il y a eu un accident lors duquel ils ont adopté une (au plus deux) décisions de ce type. **En revanche, pour le reste des participants (71% des offreurs) l'apparition de ce type de décisions n'a rien d'exceptionnel : pour plus de la moitié d'entre eux, au moins une décision sur trois est « inadéquate ».**

Avec quelle intensité les joueurs enfreignent ce critère ? Nous calculons le taux moyen de l'intensité du phénomène d'« inadéquation » pour chaque offreur qui en est affecté. La figure ci-dessous présente distribution de cet indicateur sur l'ensemble d'offeurs qui adoptent des politiques de ce type.

Figure 4.3 Distribution de l'intensité moyenne des décisions « inadéquates » pour les offreurs qui adoptent ce type de décisions



La plupart de nos offreurs sont homogènes du point de vue de l'intensité moyenne du phénomène d' « inadéquation » : cet indicateur est compris entre 10 % 15% pour plus de la moitié d'entre eux. L'intensité de ce phénomène est « négligeable » (égale à 4%) pour quatre des offreurs. Pour le reste, les quantités produites dépassent de plus de 20% les quantités maximales que ces offreurs auraient dû produire, s'ils avaient respecté cette règle pourtant très simple de comportement.

Le phénomène d'inadéquation entre les prix affichés et les quantités produites **contribue à la baisse du profit obtenu par l'agent qui adopte ce type de décision**. Il s'agit là d'une baisse « théorique » du profit qui est réalisée par rapport au profit qui aurait été obtenu si le joueur avait respecté cette règle de comportement¹. Ceci nous amène à proposer le troisième critère d'analyse : la capacité à améliorer le profit obtenu par l'offreur à la période précédente.

¹ Le deuxième effet que peut avoir ce phénomène est d'amplifier l'intensité du phénomène de rationnement des offreurs sur le marché. En offrant des quantités importantes, le joueur qui adopte une décision « inadéquate » provoque le rationnement des offreurs qui affichent les prix les plus élevés.

1.1.3 Capacité générale très faible à améliorer les profits

La pertinence des politiques adoptées est analysée à travers l'objectif d'amélioration du profit. Les variations de politique d'une période à l'autre sont mises en lien avec cet objectif. Il est évident que **les politiques pour lesquelles il y a inadéquation entre les prix affichés et les quantités produites sont éliminées de cette analyse car elles ne sont manifestement pas cohérentes avec cet objectif.** Dans le paragraphe précédent nous avons montré qu'un quart des décisions ne respectent pas ce critère très simple. Peut-on pour autant considérer que le reste des décisions sont cohérentes avec la visée supposée des agents d'augmenter leur profit ?

Il y a un moyen simple de se faire une idée sur cette question : **comparer chaque politique adoptée (lorsqu'elle n'engendre pas un phénomène d'inadéquation entre le prix et la quantité) avec une politique qui aurait pu paraître évidente compte tenu du résultat de la décision prise à la période antérieure.**

Ainsi, lorsque le vendeur n'a pas subi de rationnement à la période précédente, il pourrait tout simplement reconduire sa politique de prix et de quantité. Et s'il a subi un rationnement, il aurait pu simplement maintenir son prix et réduire sa quantité produite au niveau des quantités écoulées antérieurement¹. Ces deux politiques ne sont certes pas les meilleures qu'il aurait pu adopter, mais on s'attend à ce que la politique qu'il a effectivement choisie soit meilleure que la politique de référence (en termes de profit espéré). Qu'en est-il en fait ?

Il y a deux manières de répondre à cette question. On peut tout d'abord, dans une vision *ex ante*, comparer le niveau de profit atteint par la politique choisie (et mise en œuvre) à celui de la politique de référence décrite précédemment, en supposant que ces deux politiques réussissent parfaitement toutes deux (c'est-à-dire, en supposant qu'il n'y a pas d'invendus). On peut ensuite, dans une vision *ex post*, comparer le profit effectivement obtenu à celui qui aurait été obtenu si le sujet avait adopté la politique de référence. On dira que la politique choisie paraît « raisonnable » (*ex ante* ou *ex post*) si elle permet d'atteindre un profit au moins égal à la politique de référence.

¹ Ceci ne vaut, bien sûr, qu'à la condition que le rationnement subi ne soit pas trop important. Précisons tout de même que seulement 15% des observations n'ont pas pu être traitées.

Tableau 4.6 Répartition des décisions selon leur capacité à améliorer le profit des agents (uniquement les décisions pour lesquelles il y a adéquation entre les prix affichés et les quantités produites)

Nombre total de décisions			
584			
dont :			
"raisonnables" <i>ex ante & ex post</i>	"raisonnables" <i>ex ante</i> seulement	"raisonnables" <i>ex</i> <i>post</i> seulement	"déraisonnables" <i>ex ante & ex post</i>
288	109	63	124

D'après ce tableau, la proportion des décisions ayant respecté ce critère de « rationalité » s'élève à la moitié du nombre total de décisions « adéquates » : lorsque les participants n'enfreignent pas la règle minimale de rationalité consistant à ne pas produire plus que la quantité dont le coût marginal égalise le prix affiché, ils adoptent une fois sur deux des politiques qui améliorent leurs profits par rapport à la période précédente¹.

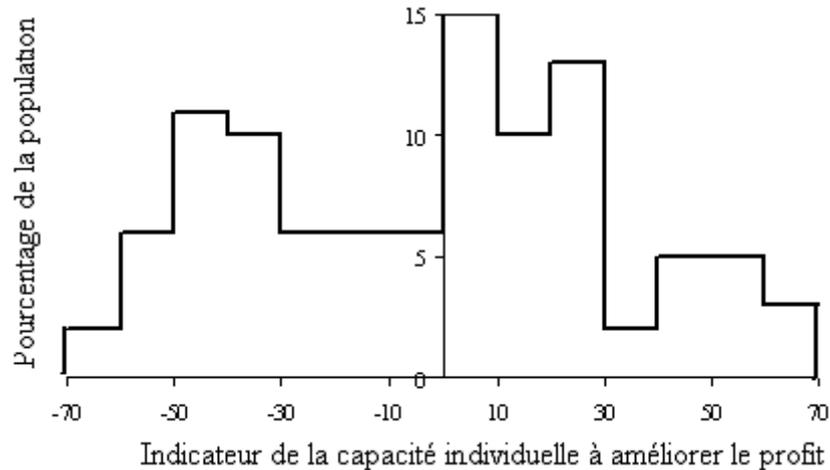
Mais que représentent ces décisions « raisonnables », selon le critère annoncé, dans l'ensemble des décisions adoptées pendant les expérimentations ? Nous calculons maintenant la part de ces décisions dans l'ensemble des décisions adoptées durant les expérimentations, en intégrant au dénominateur les décisions inadéquates. **La part relative des décisions raisonnables *ex ante* et *ex post* diminue jusqu'à 35% du nombre total des décisions adoptées. Pis, la part des décisions « déraisonnables » (soit parce qu'il y a inadéquation entre les prix affichés et les quantités produites, soit parce qu'il n'y a eu aucune tentative, ni *ex ante*, ni *ex post* d'amélioration du profit) s'élèvent à 43%.** On serait bien en peine, suite à ce résultat, d'admettre que les participants à nos expérimentations aient suivi activement un objectif d'amélioration du profit....

Comment se présentent nos joueurs individuellement du point de vue de ce critère ? Pour un offreur quelconque, sa capacité d'améliorer le profit est mesurée par la différence entre le nombre de décisions adéquates et « raisonnables » et le nombre de décisions inadéquates et « déraisonnables » rapporté au nombre total de décisions pour lesquelles ce principe a pu être

¹ Dans un cas sur cinq ils adoptent une politique dont le profit (espéré et obtenu) est plus faible que le profit de la période précédente.

appliqué¹. La distribution des valeurs de cet indicateur pour l'ensemble des participants est représentée sur le graphique ci-dessous :

Figure 4.4 Distribution de l'indicateur « capacité individuelle à améliorer le profit » (en %) dans la population des participants aux expérimentations



Du point de vue de l'indicateur de la capacité à améliorer le profit, les performances des participants sont très hétérogènes. Pour la moitié des participants (30 personnes), le nombre de décisions « déraisonnables » ou « inadéquates » dépasse le nombre de décisions « raisonnables » ou « adéquates ». Pour les participants qui ont obtenu des valeurs positives pour cet indicateur, la moyenne des indicateurs est relativement faible (24%). Sur l'ensemble des participants, il n'y a que 10 personnes qui ont adopté plus d'une décision « raisonnable » et « adéquate » sur deux.

Qu'est-ce que, au final, un offreur « raisonnable » ? Est « raisonnable » un offreur qui s'adapte à l'état de ses ventes et qui cherche à une période donnée, à obtenir au moins, le même profit que le profit qu'il a obtenu à la période précédente (pour cela, il faut, bien évidemment, respecter une règle de comportement très simple qui consiste à ne pas produire plus que la quantité dont le coût marginal égalise le prix affiché). Les trois critères de comportement présentés peuvent être réduits à ces deux critères, en intégrant le principe de l'adéquation entre les quantités produites et les prix affichés au principe d'amélioration du profit.

¹ Les décisions qui ont suivi à un rationnement « très important » ont été éliminées de l'analyse car ce principe d'amélioration du profit ne pouvait pas être appliquée dans ce cas. Néanmoins, le nombre de décisions concernées par cette catégorie est relativement faible (???).

Jusqu'ici, ces critères de comportement ont été analysés indépendamment l'un de l'autre. Toutefois, en réalité, ils caractérisent tous deux chacune des politiques adoptées. Que se passe-t-il si les deux critères sont analysés conjointement ? Pourra-t-on partager les participants à nos expérimentations en groupes homogènes du point de vue de leurs comportements ?

1.2 Analyse économétrique des règles de comportement des participants

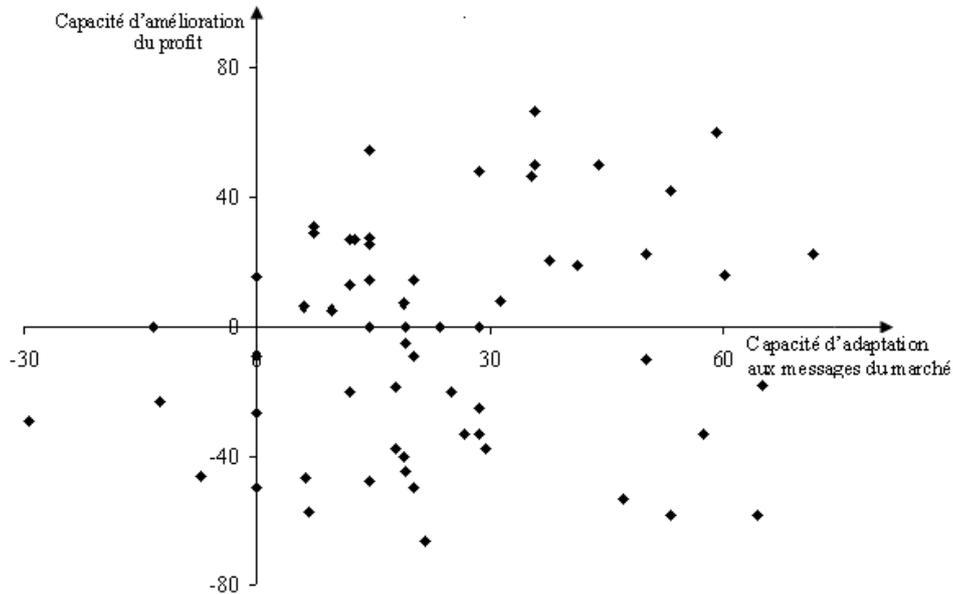
Le premier paragraphe présente une analyse des comportements adoptés par les participants dans nos expérimentations du point de vue conjoint des deux critères de comportement retenus : la capacité à améliorer le profit et la capacité à interpréter les signaux envoyés par le marché. Cette analyse aboutira à l'identification de deux groupes d'agents homogènes du point de vue de leurs comportements. Le deuxième paragraphe présente une analyse économétrique des décisions adoptées par chaque groupe de participants.

1.2.1 Partage des participants en fonction du caractère « raisonnable » des politiques adoptées

Pour chaque participant dans nos expérimentations nous avons calculé un indicateur synthétique de sa capacité à s'adapter aux messages envoyés par le marché (le premier indicateur synthétique calculé) et l'indicateur de la capacité individuelle à améliorer le profit (le troisième indicateur construit)¹. Ces indicateurs représentent les coordonnées spatiales de chaque individu sur la figure ci-dessous.

¹ L'indicateur de l'adéquation entre les quantités produites et des prix affichés est pris en compte implicitement par le dernier.

Figure 4.5 Représentation des valeurs des deux indicateurs (capacité d'amélioration du profit et capacité d'adaptation au marché) dans le plan pour chaque participant aux expérimentations

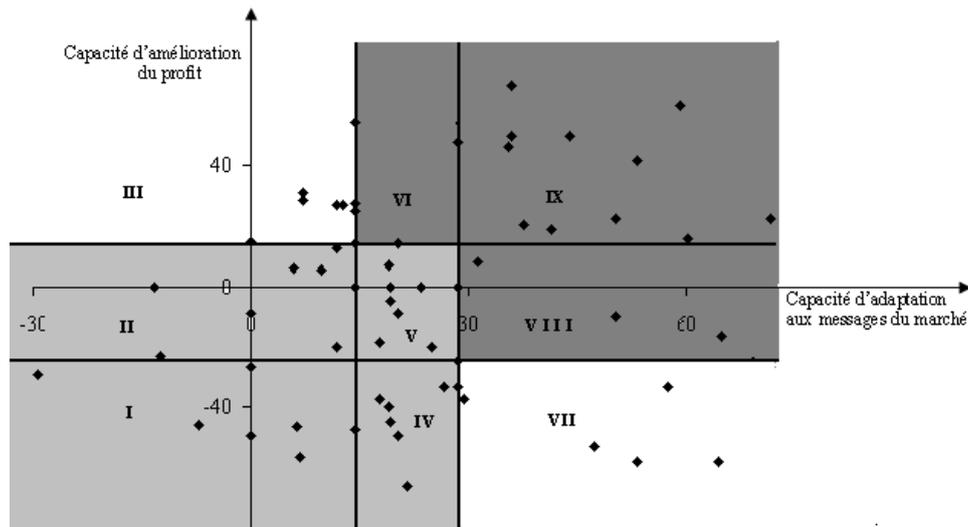


Pour une grande partie des joueurs, plus le score pour l'indicateur de la capacité d'améliorer le profit est élevé, plus le résultat pour l'indicateur qui mesure la capacité de s'adapter au marché est également élevé. Il s'agit des participants qui apparaissent sur la partie du graphique située en haut à droite. Pour une autre partie des participants, ceux qui apparaissent sur la partie du graphique située en bas à droite, il n'y a pas de lien direct entre les deux indicateurs : les bons résultats obtenus pour l'indicateur « capacité d'adaptation aux messages envoyés par le marché » sont ternis par les mauvais résultats obtenus pour l'indicateur qui mesure la capacité à améliorer le profit. Il semblerait donc qu'une partie des participants adoptent un comportement qui est cohérent avec notre conception du comportement « raisonnable » tandis que d'autres non. Comment identifier alors les participants qui appartiennent à chaque groupe ?

La distribution de chaque indicateur a été divisée en trois parties égales¹. Pour l'indicateur de « la capacité d'adaptation aux messages envoyés par le marché » les valeurs qui délimitent la distribution sont 14.29% et 28.57 %. Pour l'indicateur de la capacité à améliorer le profit, les valeurs des axes sont -25% et 14.29%. Le plan est ainsi divisé en 9 zones homogènes du point de vue des résultats obtenus suivant les deux indicateurs : les aires I-IX sur la figure 4.8.

¹ Une analyse préliminaire basée sur la délimitation des groupes de participants en fonction de la médiane de chaque distribution a abouti à des résultats moins convaincants, raison pour laquelle elle n'est pas présentée ici.

Figure 4.6 Division de la distribution de chaque indicateur en trois parties égales



Lecture : les deux portions colorées délimitent deux regroupements de régions dont les équations économétriques des comportements sont homogènes entre elles. La partie des offreurs « déraisonnables » est colorée en gris clair (les régions I, II, IV et V) tandis que la portion des participants « raisonnables » est colorée en gris foncé (les régions VI, VIII et IX).

Peut-on, à partir de ce groupement des offreurs déterminer leurs règles de comportement ?

1.2.2 Identification de deux groupes de participants homogènes du point de vue des politiques adoptées : les « déraisonnables » et les « raisonnables »

Pour chaque région identifiée, une série d'analyses économétriques a été réalisée pour déterminer les équations des politiques de prix et de quantité des offreurs concernés. Pour les offreurs appartenant aux régions I, II, IV et V ces équations étant homogènes, les joueurs respectifs ont été regroupés ensemble (la région colorée en gris clair sur la figure 4.6).

- Le groupe des joueurs « déraisonnables » (l'aire colorée en gris clair)

Pour l'équation du prix, plusieurs variables explicatives ont été prises en compte : le prix affiché à la période antérieure par l'offreur, le prix le plus faible affiché sur le marché à la période antérieure, le dernier prix auquel toutes les quantités produites ont été mises en vente. De même, pour l'équation de la quantité produite, les variables explicatives ont été : la

quantité produite à la période précédente, les quantités « maximales » qui correspondent aux prix affichés et les quantités « demandées » à ces prix.

La quantité « maximale » est la quantité pour laquelle le prix égalise le coût marginal.

$$q_{\max}(p_i) \text{ t.q. : } p_i = Cm(q_{\max}) \quad (4.2)$$

La quantité « demandée » est égale à la quantité qui serait écoulee sur le marché si tous les offreurs proposaient le même prix $\left(\frac{1}{n} \text{ de la demande totale à ce prix }\right)$.

$$q_D(p_i) \text{ t.q. : } \frac{1}{n} * D(p_i) = q_D \rightarrow q_D(p_i) = A * p^\alpha \quad (4.3)$$

L'analyse des décisions des offreurs appartenant à ce groupe (appelé par la suite « D ») indique un fort attachement de la part de ceux-ci au prix minimum du marché ($p_{\min, t-1}$). Ainsi, lorsque les agents ne subissent pas de mévente ou que l'intensité de celle-ci est inférieure à 25%¹, les agents concernés affichent un prix qui est la moyenne pondérée du prix affiché à la période précédente et du prix le plus faible affiché sur le marché à la même période. La quantité mise en vente dans cette situation se trouve entre la quantité produite à la période précédente et la quantité maximale qui peut être produite au prix le plus faible. Les décisions prises dans ce cadre sont principalement des décisions de faible baisse du prix et d'augmentation de la quantité.

$$p_{i,t} = \underset{(t=19.184)}{0.756} * p_{i,t-1} + \underset{(t=6.261)}{0.267} * p_{\min, t-1} \quad (4.4)$$

$$q_{i,t} = \underset{(t=17.240)}{0.577} * q_{i,t-1} + \underset{(t=13.034)}{0.436} * q_{\max}(p_{\min, t-1}) \quad (4.5)$$

Lorsqu'au contraire, les méventes des joueurs concernés dépassent le seuil de 25%, l'intensité de la baisse du prix s'amplifie : le prix affiché est toujours une moyenne pondérée mais les poids des deux variables s'inversent. Les quantités affichées dans cette situation suivent exactement la même tendance :

¹ Le seuil de 25% a été constaté empiriquement, à partir des décisions prises par les agents dans cette catégorie. On remarquera qu'il est beaucoup plus élevé que celui des agents de la catégorie R (5%) constaté, lui aussi, empiriquement.

$$p_{i,t} = 0.252_{(t=5.257)}^* p_{i,t-1} + 0.759_{(t=13.109)}^* p_{\min,t-1} \quad (4.6)$$

$$q_{i,t} = 0.250_{(t=2.598)}^* q_{i,t-1} + 0.746_{(t=7.677)}^* q_{\max}(p_{\min,t-1}) \quad (4.7)$$

- Le groupe des joueurs « raisonnables » (l'aire colorée en gris foncé)

Les équations de prix et de quantité des offreurs appartenant aux groupes VI, VIII et IX sont également homogènes entre elles ce qui a nous permis d'analyser les décisions de tous les joueurs ensemble. Ces agents (le groupe « R ») ne manifestent pas un attachement au prix minimum. On remarque, dans leur cas, un changement de comportement dès que le rationnement atteint 5% des quantités produites. Lorsque les quantités sont intégralement vendues les agents s'inscrivent sur une tendance de légère hausse des prix (de l'ordre de 5%) accompagnée d'un maintien des quantités, ce qui peut indiquer un certain intérêt à augmenter les profits.

$$p_{i,t} = 1.047_{(t=76.136)}^* p_{i,t-1} \quad (4.8)$$

$$q_{i,t} = 1.003_{(t=89.750)}^* q_{i,t-1} \quad (4.9)$$

Si, au contraire, les agents enregistrent des méventes, ils s'alignent en termes de prix affiché sur le prix le plus élevé du marché à la période précédente auquel toutes les quantités produites ont été écoulées (le « premier prix non rationné », $p_{\bar{R},t-1}$ ¹). Ainsi, les agents concernés continuent d'afficher un prix élevé tout en cherchant à éviter une autre mévente. La quantité produite dans cette situation est la moyenne de la quantité maximale que l'on peut produire à ce prix (la quantité pour laquelle le coût marginal égalise le prix affiché) et la quantité demandée à ce prix². Ce résultat montre bien que ces agents ne cherchent pas à inonder le marché avec les quantités produites et qu'ils essayent d'augmenter leur marge¹.

¹ Pour un certain nombre de séances expérimentales les sujets ne connaissent pas la valeur exacte du premier non rationné. Ils pouvaient tout de même le déduire à partir de leur propre place dans la hiérarchie des prix.

² Le modèle explicatif dont on dispose pour déterminer les quantités produites par ce groupe d'offreurs en cas de rationnement n'est pas très convaincant. Le modèle proposé nous semblait le plus adapté de tous les modèles testés.

$$p_{i,t} = \underset{(t=91.242)}{0.966} * p_{R, t-1} \quad (4.10)$$

$$q_{i,t} = \underset{(t=6.4603)}{0.571} * q_{\max}(p_{i,t}) + \underset{(t=3.433)}{0.450} * q_D(p_{i,t}) \quad (4.11)$$

Les deux autres catégories de joueurs (régions III et VII sur la figure 4.6) sont relativement difficiles à analyser : leurs performances sont opposées du point de vue des critères retenus (réaction aux messages envoyés par le marché ou amélioration du profit). De plus, compte tenu du nombre relativement faible des joueurs dans chaque catégorie (5 joueurs dans chaque catégorie), nous n'avons pas pu réaliser les analyses économétriques pour déterminer leurs équations de prix et de quantité.

La distribution des comportements sur chaque marché expérimental est représentée sur le tableau ci-dessous.

Tableau 4.7 Composition de chaque marché expérimental selon son type

Marché	Type joueur			
	D	R	Région III	Région VII
E1	3	3	0	2
E2	7	1	0	0
E3	5	2	1	1
E4	6	1	1	1
E5	7	7	2	1
E6	6	4	1	0

Les marchés expérimentaux sont relativement hétérogènes du point de vue des comportements adoptés. Sur tous nos marchés expérimentaux, les offreurs ayant adopté un comportement de type « déraisonnable » sont au moins aussi nombreux que ceux qui ont adopté un comportement « raisonnable »...

Rien que ce constat suffit pour jeter un doute sérieux sur l'hypothèse que les échanges aient été conduits vers l'issue de concurrence par une « main invisible ». Car cette main invisible, si

¹⁷ Quel que soit le type de comportement (D ou R) et quelle que soit la règle (suite à un rationnement ou non), la politique adoptée à une période donnée dépend des politiques adoptées à la période précédente. Or, l'une des conditions nécessaires pour la validation de l'hypothèse que les offreurs adoptent des stratégies mixtes était que ces deux variables soient, au contraire, indépendantes. On a donc une nouvelle confirmation du fait que les participants dans nos expérimentations n'ont pas adopté des stratégies mixtes.

elle avait vraiment existait, elle se serait manifestée à travers une présence plus massive d'offreurs adoptant un comportement « rationnel » (ou, à défaut, au moins « raisonnable »). La seule explication qui s'impose à nous est que les échanges ont été conduits vers le point de l'issue de concurrence sous l'influence des comportements « déraisonnables » présents sur le marché. *A priori*, cette proposition ne manque pas de bon sens : les offreurs qui adoptent un comportement de ce type semble attirés par le prix minimum affiché sur le marché, quel que soit l'état de leurs ventes. Les offreurs « déraisonnables » impriment au mouvement des prix une forte tendance baissière. Mais cette tendance suffit-elle à annihiler la tendance contraire, de hausse des prix provenant de la part des offreurs « raisonnables » lorsqu'ils ne subissent pas de rationnement ? A partir de quelles proportions relatives entre ces deux types de comportements, voit-on apparaître un phénomène de convergence des échanges vers l'issue de concurrence ?

La méthode expérimentale semble peu adaptée pour prolonger notre recherche à défaut de proposer un moyen de contrôle des comportements des participants. L'expérimentation, très utile, dans un premier temps pour explorer l'Univers d'un marché sans équilibre est d'une utilité moindre pour proposer une explication pour les phénomènes observés.

Nous nous sommes alors tournés vers les simulations informatiques. Les avantages de cette méthode sont évidents : contrôle absolu sur les comportements qui participent sur le marché, des leurs proportions relatives, coûts très faibles (tester des marchés avec un nombre très important d'offreurs ; laisser les transactions se dérouler pendant un nombre important de périodes ; faire varier les paramètres de calibrage du modèle, etc.). Notre hypothèse (c'est la présence massive des comportements « déraisonnables » qui conduit les échanges vers l'issue de concurrence) peut être testée en programmant les automates pour adopter l'un des deux comportements « raisonnable » ou « déraisonnable ». Le cadre de marché simulé est identique au cadre référent à nos expérimentations

2. Le lien entre le dosage des comportements et les issues observées

Cette section présente une série de simulations informatiques dans lesquelles les automates sont programmés pour adopter l'un des deux comportements « D » ou « R » inspirés par les comportements « déraisonnable » et « raisonnable » mis en évidence dans la section précédente¹. Nous avons utilisé, dans nos simulations, les règles d'action stylisées qui correspondent aux équations économétriques présentées ci-dessus.

Pour le comportement de type « D », les règles d'action sont synthétisées de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 \text{Si } R_{i,t} \leq 25\%, & \quad \begin{cases} p_{i,t} = 0.75 * p_{i,t-1} + 0.25 * p_{\min,t-1} \\ q_{i,t} = 0.75 * q_{i,t-1} + 0.25 * q_{\max}(p_{\min,t-1}) \end{cases} \\
 \text{Si } R_{i,t} > 25\%, & \quad \begin{cases} p_{i,t} = 0.25 * p_{i,t-1} + 0.75 * p_{\min,t-1} \\ q_{i,t} = 0.25 * q_{i,t-1} + 0.75 * q_{\max}(p_{\min,t-1}) \end{cases}
 \end{aligned} \tag{4.12}$$

Les règles d'action du comportement de type « R » sont les suivantes :

$$\begin{aligned}
 \text{Si } R_{i,t} \leq 5\%, & \quad \begin{cases} p_{i,t} = 1.05 * p_{i,t-1} \\ q_{i,t} = q_{i,t-1} \end{cases} \\
 \text{Si } R_{i,t} > 5\%, & \quad \begin{cases} p_{i,t} = 0.97 * p_{\bar{R},t-1} \\ q_{i,t} = 0.5 * q_{\max}(p_{i,t}) + 0.5 * q_D(p_{i,t}) \end{cases}
 \end{aligned} \tag{4.13}$$

Lorsque tous les automates sur le marché sont programmés pour adopter un comportement de type « D », on s'attend à ce que les prix moyens convergent et se stabilisent au voisinage du prix de l'issue de concurrence. Mais quel type d'issue va-t-on observer sur un marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement de type « R » ? Que se passe-t-il lorsque ces deux types de comportements interagissent entre eux ? Est-ce que la présence massive des comportements de type « D » sur un marché suffit-elle à enclencher la spirale baissière des prix ? Pour répondre à ces questions nous avons organisé cette section en deux parties. La

¹ Les simulations informatiques ont été réalisées sur un logiciel java développé par Rémi Dorat, doctorant au Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille, dans le cadre d'une collaboration entre nos deux laboratoires. Ce logiciel permet de tester une variété très importante de conditions liées à la fois aux types de comportements et au calibrage des marchés.

première partie présente les issues observées sur les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent le même type de comportement tandis que la deuxième partie présente les résultats des interactions entre ces deux types de comportements.

2.1 Les résultats des interactions entre des automates du même type

Cette section est organisée en deux paragraphes. Le premier paragraphe présente les résultats des simulations réalisées sur les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « D ». Le deuxième paragraphe présente les résultats des simulations organisées sur les marchés sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter le comportement de type « R ».

Pour assurer une cohérence entre les simulations et les expérimentations, le nombre d'offeurs a été fixé à 10 sur chaque marché. Tous les marchés ont été initialisés à l'issue de cartel¹ et les échanges se sont déroulés pendant 100 périodes. Les automates adoptent leurs décisions selon le type de comportement programmé (« D » ou « R »). Leurs décisions subissent ensuite l'effet d'un bruit multiplicatif de moyenne 0 et d'écart type de 8% pour les prix et de 16% pour les quantités². L'apparition du bruit peut être interprétée comme une forme de rationalité limitée de la part des offreurs³.

Ceci constitue notre « scénario central » de simulation. Par rapport à ce modèle, nous avons réalisées d'autres simulations visant à tester l'impact des différents paramètres sur les phénomènes observés : le nombre total d'offeurs (5 et respectivement 20), l'ampleur du bruit (en divisant l'écart type du bruit initial par deux et respectivement, en le multipliant par deux) et enfin, le rôle de l'initialisation des marchés (nous avons testé en plus de l'initialisation à l'issue de cartel une initialisation à l'issue de concurrence et une initialisation « aléatoire »).

¹ Par « initialisation » du marché on entend ici l'ensemble des politiques adoptées lors de la première période.

² Les valeurs des paramètres du bruit ont été obtenues suite à l'analyse des résidus de régressions des données expérimentales.

³ Ni le nombre d'offeurs sur le marché, ni la situation initiale sur le marché, ni l'étendu du bruit ne semble affecter de manière définitive les phénomènes qui seront exposés dans cette section.

Les phénomènes observés sur les marchés sont saisis à travers trois indicateurs calculés pour chaque période : le prix moyen, l'indicateur de coopération et l'indicateur de coordination. L'indicateur de coopération, présenté dans le Chapitre 3 (équation 3.15) nous renvoie l'état des profits totaux obtenus sur un marché à une période donnée. Lorsqu'il est négatif, cet indicateur nous informe que les profits totaux obtenus sur le marché sont inférieurs aux profits qui auraient été obtenus si tous les offreurs avaient adopté la politique de l'issue de concurrence. Lorsqu'il est nul, cela signifie que les offreurs ont adopté la politique de l'issue de concurrence. Lorsque l'indice de coopération est positif, sa valeur représente la part du surplus des échanges que s'octroient les offreurs.

L'indice de coordination (équation 3.12) rend compte de l'écart entre la quantité totale offerte et la quantité totale demandée. Cet indicateur synthétique, lorsqu'il est négatif, nous informe que le marché est dans un état d'excès de la demande et lorsqu'il est positif, il nous informe que le marché est dans un état d'excès de l'offre. Lorsqu'il est nul il y a équilibre entre la demande totale et l'offre totale.

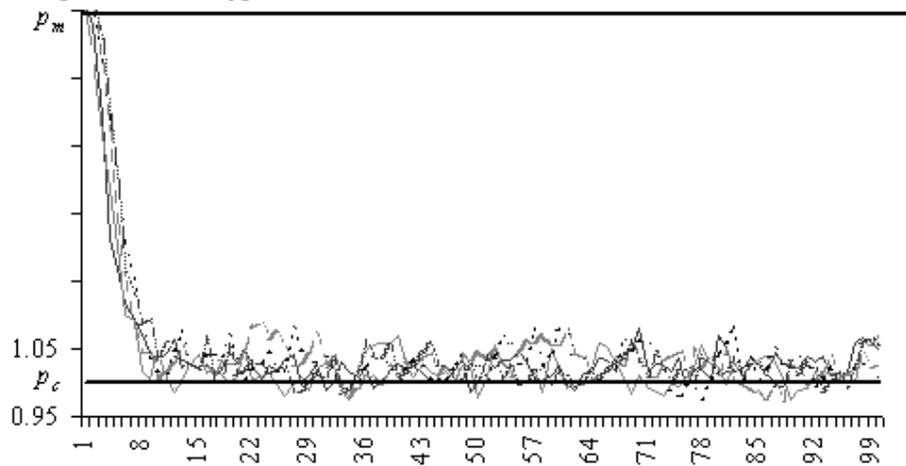
2.1.1 Convergence des marchés vers l'issue de concurrence lorsque tous les offreurs sur le marché adoptent un comportement de type « déraisonnable »

Nous commençons par présenter les résultats obtenus dans le cadre des simulations réalisées selon le scénario central.

- Le scénario central

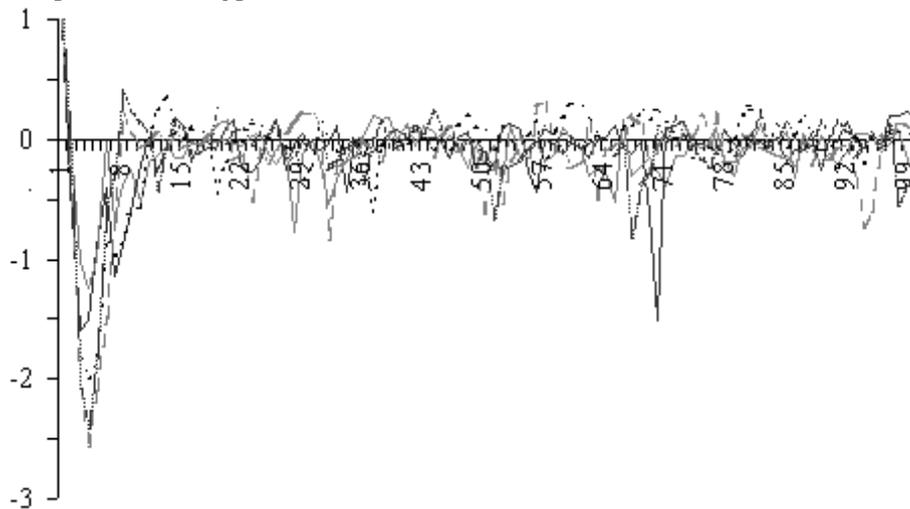
Sur un marché sur lequel tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D », le prix moyen converge vers la politique de l'issue de concurrence. Ce phénomène s'est produit sur les cinq marchés simulés. Sur ces marchés, les trajectoires des prix moyens semblent relativement homogènes.

Figure 4.7 Evolution du prix moyen affiché sur cinq marchés simulés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « D »



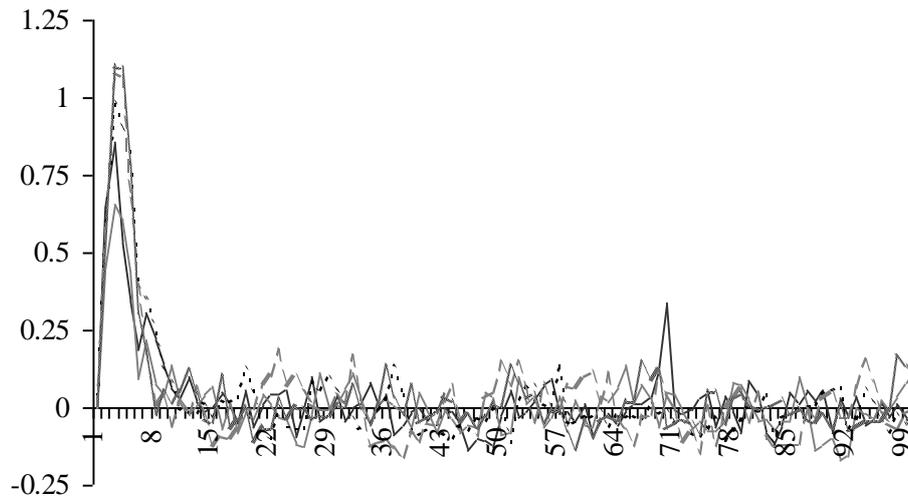
Comme on peut s'y attendre dans cette situation, l'indice de coopération converge vers 0.

Figure 4.8 Evolution de l'indice de coopération sur cinq marchés simulés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « D »



L'indice de coordination converge et se stabilisent au voisinage de 0 : à partir de la période 15 les quantités totales produites égalisent, la plupart du temps, les quantités totales offertes.

Figure 4.9 Evolution de l'indice de coordination sur cinq marchés simulés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « D »



Le tableau suivant présente les moyennes et les écarts type de ces indicateurs calculés pour les 80 dernières périodes.

Tableau 4.8 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculés pour les cinq marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « D »

Indicateurs	Simulation 1	Simulation 2	Simulation 3	Simulation 4	Simulation 5
Prix moyen	1.02	1.02	1.03	1.03	1.02
<i>écart type</i>	<i>0.02</i>	<i>0.02</i>	<i>0.02</i>	<i>0.03</i>	<i>0.02</i>
Coopération	-0.06	-0.1	0.01	-0.08	-0.06
<i>écart type</i>	<i>0.22</i>	<i>0.17</i>	<i>0.15</i>	<i>0.22</i>	<i>0.18</i>
Coordination	0	-0.01	-0.02	0	0
<i>écart type</i>	<i>0.07</i>	<i>0.07</i>	<i>0.06</i>	<i>0.08</i>	<i>0.06</i>

Les cinq marchés sur lesquels les offreurs adoptent un comportement de type « D » sont conduits assez rapidement vers l'issue de concurrence. De plus, les transactions semblent se stabiliser au voisinage de cette issue.

Une série supplémentaire de simulations a testé la sensibilité de ces résultats aux diverses variations de protocole introduites : le nombre d'offeurs sur le marché, l'importance du bruit et l'initialisation des marchés.

- Le nombre d'offreurs sur le marché n'a pas un impact décisif sur l'issue finale observée

Par rapport au premier protocole testé, dans lequel ce nombre est de 10, deux autres types de marchés ont été testés sur lesquels le nombre d'offreurs est soit de 20, soit de 5. Comme on peut le constater sur les trois figures ci dessous, cette variation n'affecte pas de manière décisive le processus de convergence et de stabilisation des prix au voisinage de l'issue de concurrence.

Figure 4.10 Evolution des prix moyens sur trois marchés simulés (repérés par le nombre d'offreurs) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »

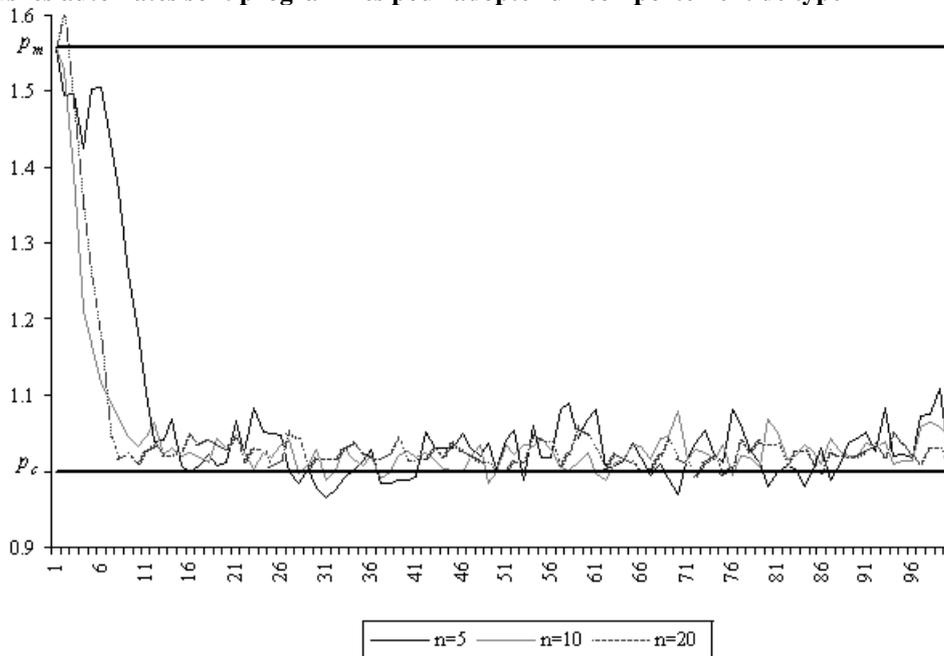


Figure 4.11 Evolution de l'indice de coopération sur trois marchés simulés (repérés par le nombre d'offreurs) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »

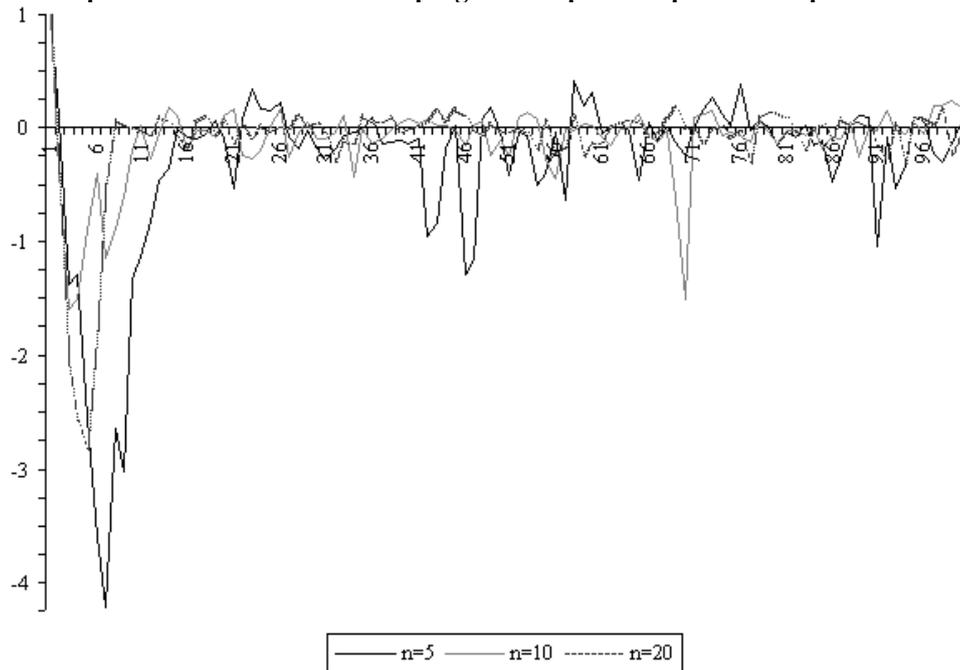
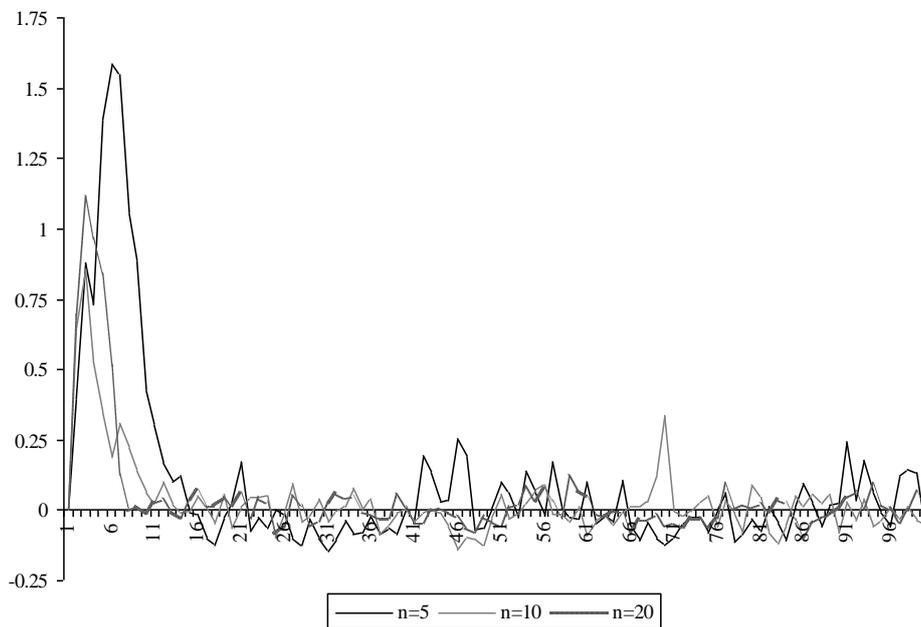


Figure 4.12 Evolution de l'indice de coordination sur trois marchés simulés (repérés par le nombre d'offreurs) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »



Les données synthétiques qui caractérisent ces trois marchés sont présentées dans le tableau ci-dessous. **On observe que l'augmentation du nombre d'offreurs, même si elle ne modifie pas les prix vers lesquels les marchés convergent, diminue néanmoins l'hétérogénéité des politiques.**

Tableau 4.9 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculés pour les trois marchés simulés (repérés par le nombre d'offreurs) sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « D »

Indicateurs	n = 5	n=10	n=20
Prix moyen	1.03	1.02	1.02
<i>écart type</i>	<i>0.03</i>	<i>0.02</i>	<i>0.01</i>
Coopération	-0.12	-0.06	-0.02
<i>écart type</i>	<i>0.32</i>	<i>0.22</i>	<i>0.12</i>
Coordination	0	0	0
<i>écart type</i>	<i>0.09</i>	<i>0.07</i>	<i>0.05</i>

- L'ampleur du bruit qui affecte les politiques adoptées fait varier la vitesse et l'ampleur du processus de convergence

Les trois simulations suivantes ont servi à tester le rôle joué par l'ampleur du bruit. Par rapport à la simulation initiale, dans laquelle l'écart type du bruit a été de 8% pour les prix et de 16% pour les quantités, dans deux simulations supplémentaires le bruit a été soit divisé par 2 soit augmenté de 50%). **Comme on pouvait s'y attendre, plus l'étendue du bruit est importante, plus les politiques semblent varier mais cela n'empêche pas que les phénomènes de convergence et de stabilisation se réalisent¹.**

¹ En revanche, il semblerait que les prix affichés sur les marchés sur lesquels le bruit a été augmenté de 50% sont statistiquement plus élevés que les prix affichés sur les marchés sur lesquels le bruit a été divisé par 2 (avec un risque de se tromper de 5%)

Figure 4.13 Evolution des prix moyens sur trois marchés simulés (repérés par l'ampleur du bruit) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »

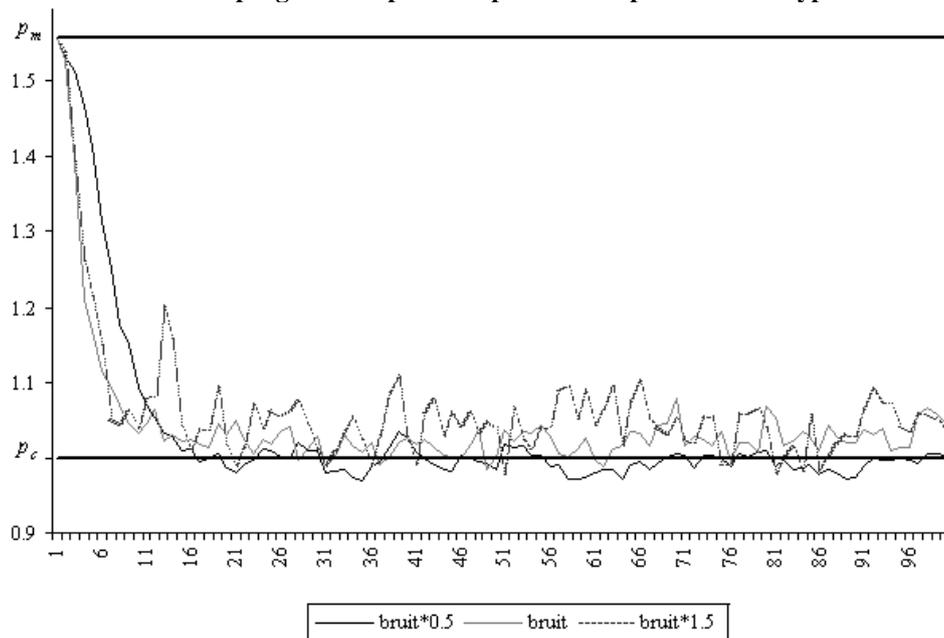


Figure 4.14 Evolution de l'indice de coopération sur trois marchés simulés (repérés par l'ampleur du bruit) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »

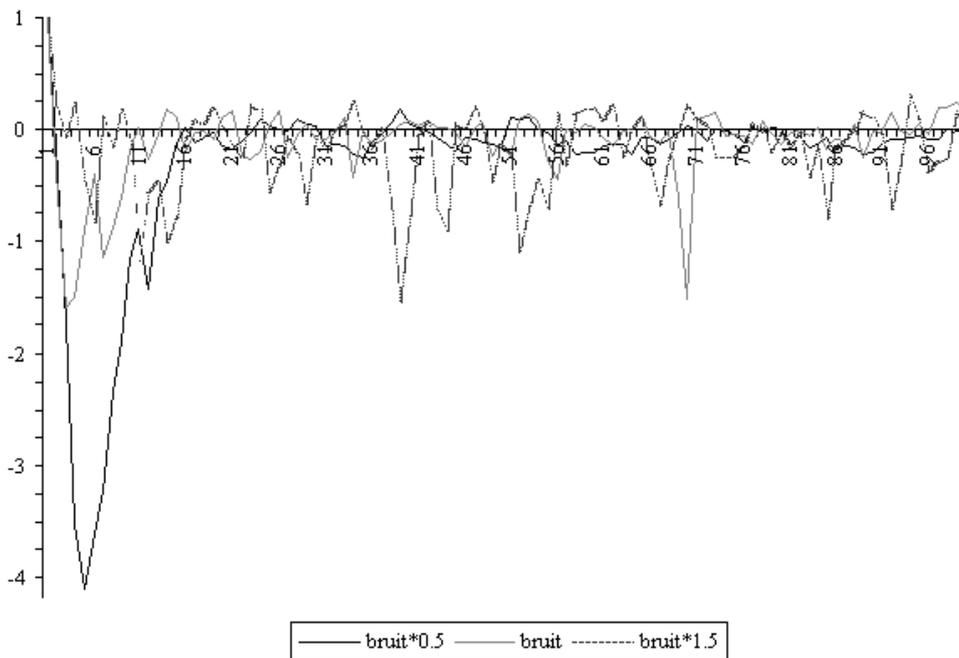
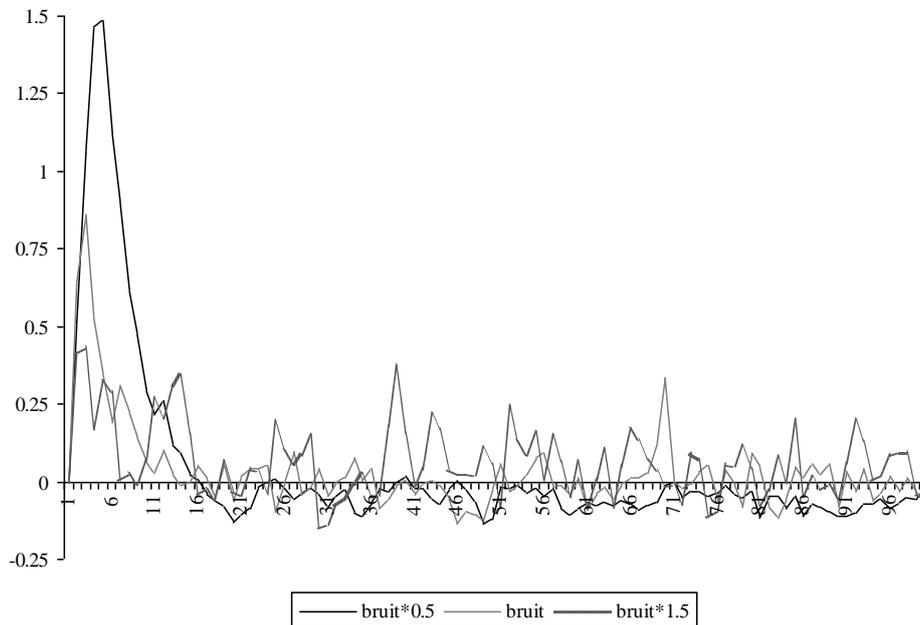


Figure 4.15 Evolution de l'indice de coordination sur trois marchés simulés (repérés par l'ampleur du bruit) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »



Les résultats synthétiques obtenus sur ces trois marchés sont regroupés dans le tableau ci dessous.

Tableau 4.10 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculées pour trois marchés simulés (repérés par l'ampleur du bruit) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »

Indicateurs	Bruit * 0.5	Bruit	Bruit * 1.5
Prix moyen	0.99	1.02	1.04
<i>écart type</i>	<i>0.01</i>	<i>0.02</i>	<i>0.03</i>
Coopération	-0.07	-0.06	-0.19
<i>écart type</i>	<i>0.09</i>	<i>0.22</i>	<i>0.34</i>
Coordination	-0.05	0	0.04
<i>écart type</i>	<i>0.03</i>	<i>0.07</i>	<i>0.1</i>

- L'initialisation du marché n'a pas un impact décisif sur l'issue finale observée

Dans deux simulations supplémentaires, les automates ont été programmés pour adopter, durant la première période, soit la politique qui correspond à l'issue de concurrence (S1), soit une politique qui correspond à un tirage aléatoire dans l'espace des politiques possibles (S3)¹.

¹ La simulation S2 correspond à la simulation réalisée selon le protocole central et dans laquelle les automates sont programmés pour adopter, lors de la première période de jeu, la politique qui correspond à l'issue de cartel.

Les prix moyens et les indicateurs de coopération et de coordination ne semblent pas affectés d'une manière claire par les modifications introduites.

Figure 4.16 Evolution des prix moyens sur trois marchés simulés (repérés par leur initialisation) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »

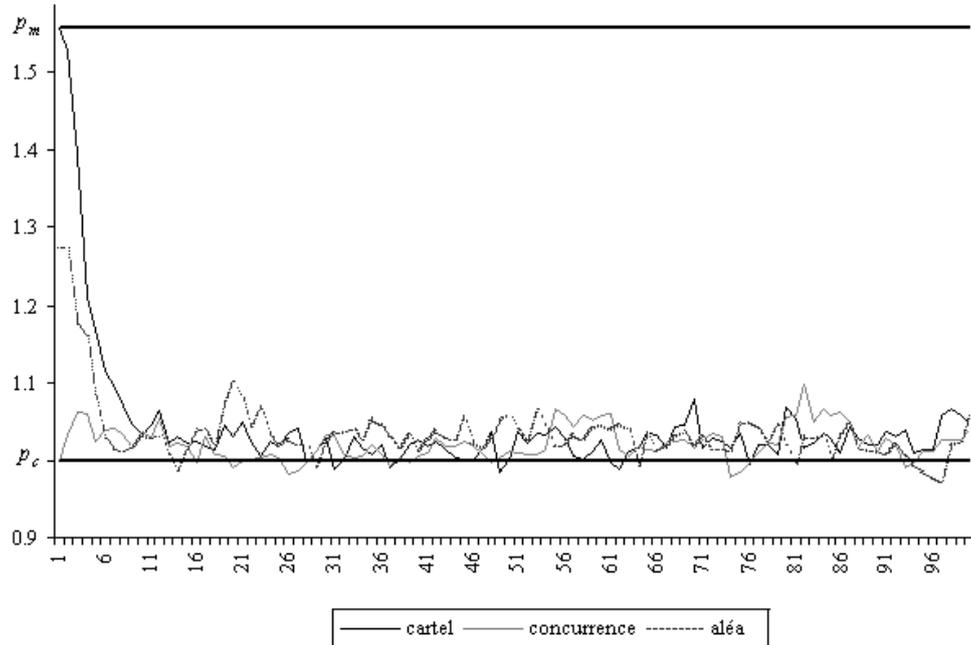


Figure 4.17 Evolution de l'indice de coopération sur trois marchés simulés (repérés par leur initialisation) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »

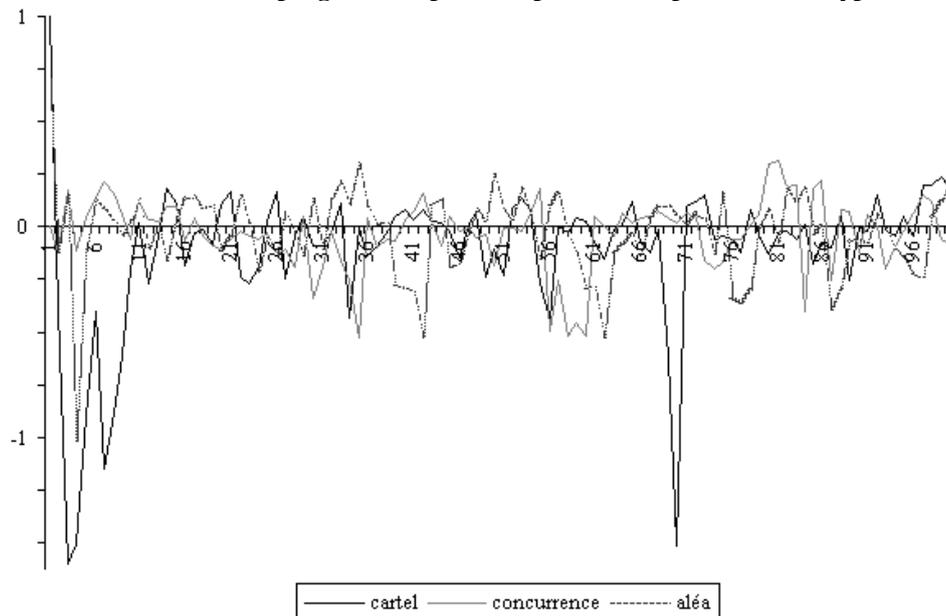
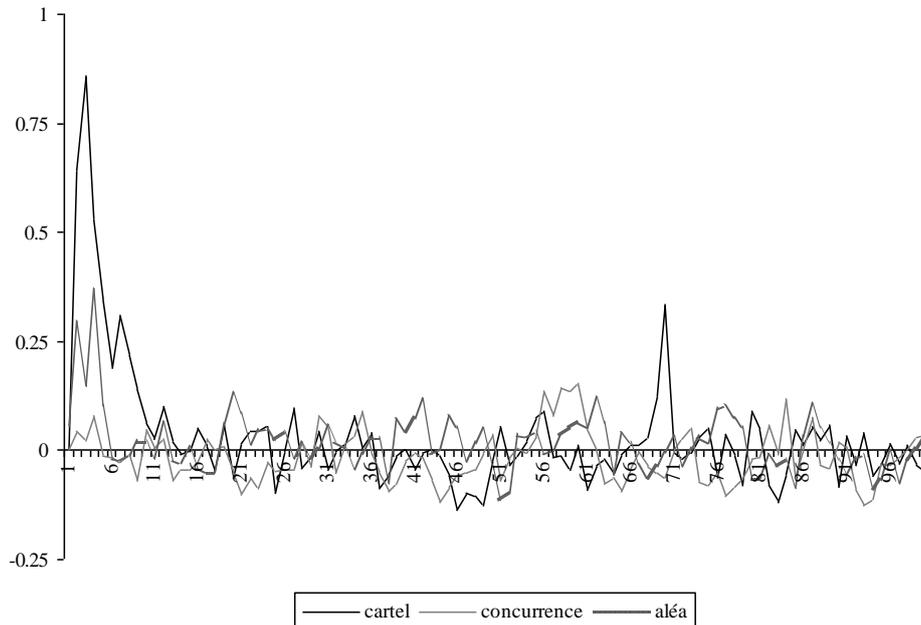


Figure 4.18 Evolution de l'indice de coordination sur trois marchés simulés (repérés par leur initialisation) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »



Dans le tableau ci dessous apparaissent les mesures synthétiques (moyenne et écart type des 80 dernières périodes) des trois indicateurs pour ces trois marchés.

Tableau 4.11 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculés pour trois marchés simulés (repérés par leur initialisation) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « D »

Indicateurs	S1	S2	S3
Prix moyen	1.02	1.02	1.03
<i>écart type</i>	<i>0.02</i>	<i>0.02</i>	<i>0.02</i>
Coopération	-0.05	-0.06	-0.04
<i>écart type</i>	<i>0.18</i>	<i>0.22</i>	<i>0.18</i>
Coordination	-0.02	0	0.01
<i>écart type</i>	<i>0.06</i>	<i>0.07</i>	<i>0.05</i>

Rappel : lors de la première période sur le marché S1, les automates sont programmés pour adopter la politique de l'issue de concurrence, sur le marché S2 les automates sont programmés pour adopter la politique de l'issue de cartel et sur le marché S3 les automates sont programmés pour adopter une politique intermédiaire.

Les simulations réalisées sur les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « déraisonnable » confirment nos attentes : les prix moyens convergent et se stabilisent au voisinage de l'issue de concurrence. Que se passe-t-il sur les marchés sur lesquels les offreurs adoptent un comportement de type « raisonnable » ?

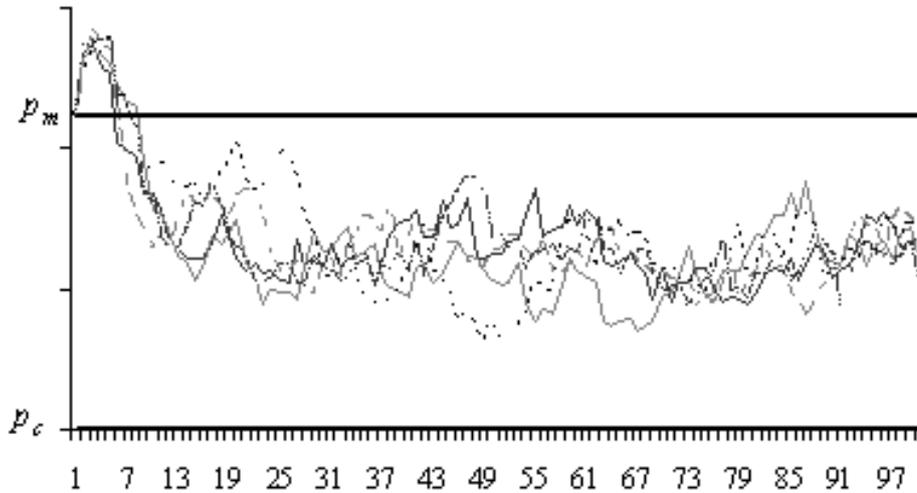
- 2.1.2 Disparition du phénomène de convergence vers l'issue de concurrence et apparition de trajectoires diverses d'évolution des prix autour d'autres issues lorsque tous les offreurs sur le marché adoptent un comportement de type « raisonnable »

Les règles de comportement pour un offreur « raisonnable » représentent une version imparfaite d'un comportement de type « *stratégique* » qui chercherait de prendre ses adversaires à contre-pied. Cet offreur augmente son prix lorsqu'il estime qu'il n'y a pas de danger (car, à la période précédente, il a écoulé toutes les quantités produites) et se situe juste en dessous du dernier prix auquel toutes les quantités produites ont été écoulées lorsqu'il a subi lui-même un rationnement à la période précédente. On pourra donc s'attendre à ce que l'évolution de ce prix décrit une trajectoire en forme de cycle. Dans sa forme « pure », cette trajectoire (qu'on appelle un cycle edgeworthien) est bornée en bas par un prix très proche du prix de l'issue de concurrence et en haut par un prix très proche de l'issue de cartel (revoir le paragraphe 1.2.2 du Chapitre 3). Qu'en est il de ces attentes ?

- Le scénario central

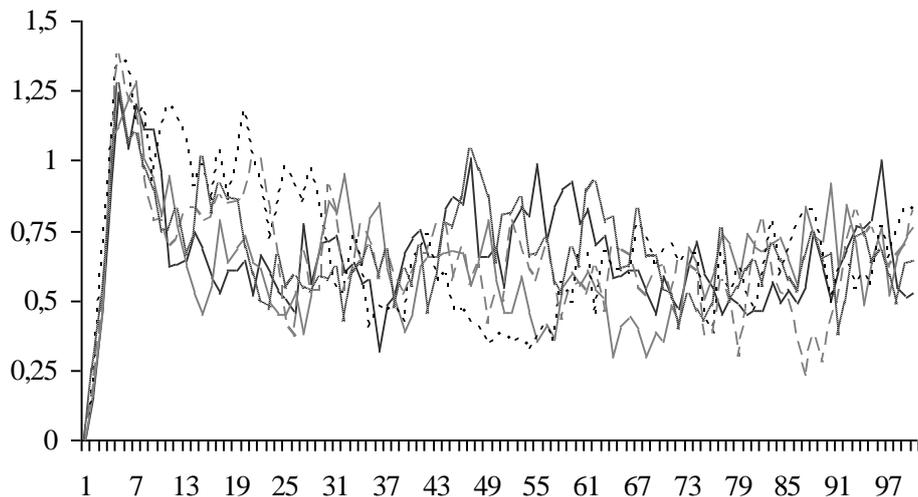
Sur un marché sur lequel tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R » l'évolution du prix moyen révèle d'une toute autre dynamique que celle mise en évidence dans le paragraphe précédent. La figure 4.19 reproduit les trajectoires des prix moyens observés sur cinq marchés sur lesquels tous les offreurs sont programmés pour adopter un comportement de ce type. Comme on peut le constater, les cinq trajectoires qui y sont représentées ne sont pas identiques. Néanmoins, elles ont une caractéristique commune : les prix moyens varient autour d'une valeur située au dessus du prix de l'issue de concurrence (p_c). Les évolutions des prix moyen sur ces marchés peuvent faire penser à l'existence des cycles de prix mais d'une ampleur très faible.

Figure 4.19 Evolution des prix moyens sur cinq marchés simulés sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »



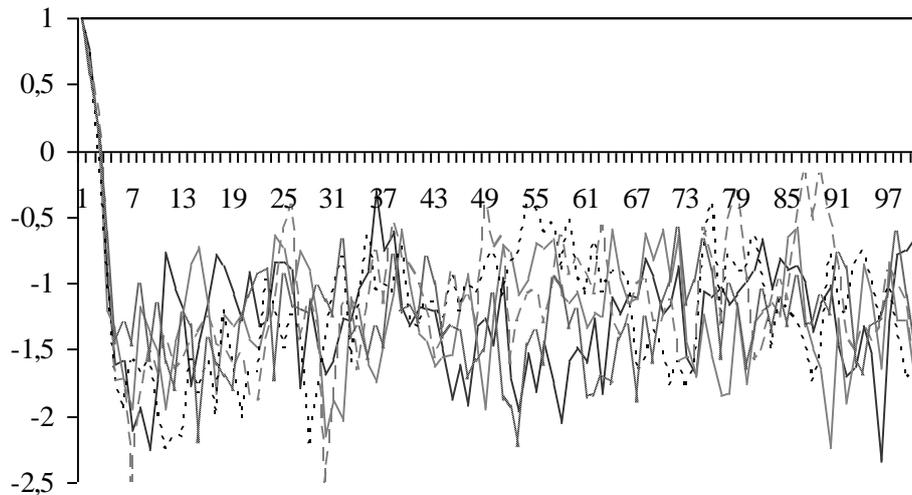
L'indicateur de coordination est également très instable. Sa trajectoire nous indique que durant toutes les périodes de jeu l'offre totale est en excès par rapport à la demande totale et que les politiques des offreurs ne sont pas compatibles entre elles. Puisque nos offreurs cherchent uniquement à se protéger eux-mêmes contre un rationnement, ils sont incapables d'éliminer le rationnement du marché.

Figure 4.20 Evolution de l'indicateur de coordination sur cinq marchés simulés sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »



Il n'est donc pas étonnant que l'indicateur de coopération soit, pendant la plupart des périodes, négatif. Son évolution est très variable et sa trajectoire décrit également un cycle de faible ampleur.

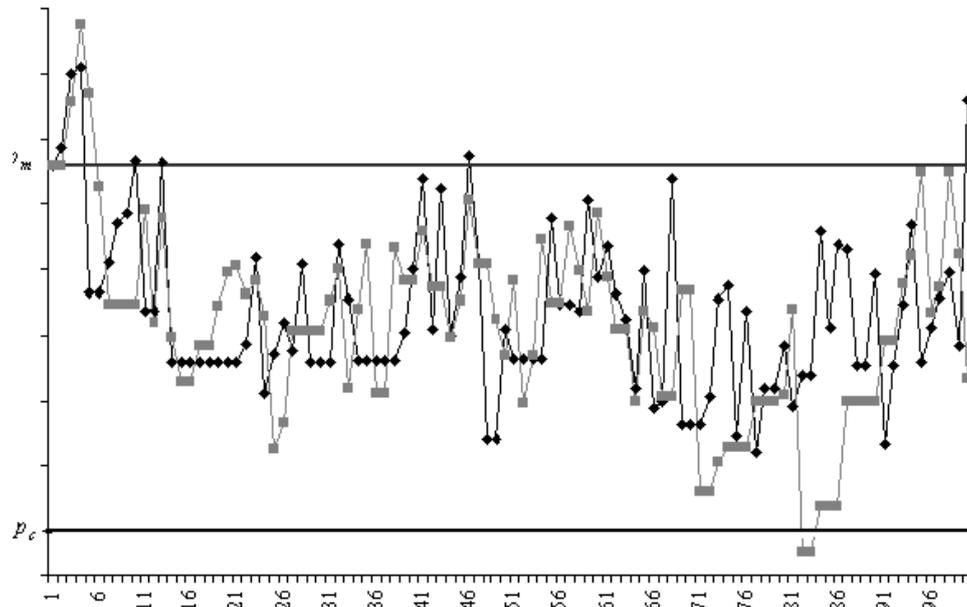
Figure 4.21 Evolution de l'indicateur de coopération sur cinq marchés sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »



L'ampleur du cycle décrit par le prix moyen dans ces simulations n'est pas aussi importante que celle d'un cycle de prix edgeworthien parce que nos automates ajustent leurs politiques uniquement en fonction de leurs propres états de ventes... Il n'y a pas de signal « commun » envoyé à tous les acteurs du marché capable de faire basculer le prix vers le point de l'issue de cartel. La statistique du prix moyen du marché « aplatit » des évolutions individuelles cycliques des prix, d'une ampleur plus importante mais qui se compensent au niveau du marché. Sur la figure ci-dessous apparaissent les trajectoires des prix affichés par deux offreurs sur l'un des marchés simulés¹. On constate qu'en effet, les deux offreurs essayent de se prendre à contre-pied et que souvent, lorsque l'un d'eux affiche un prix élevé, l'autre affiche un prix plus faible.

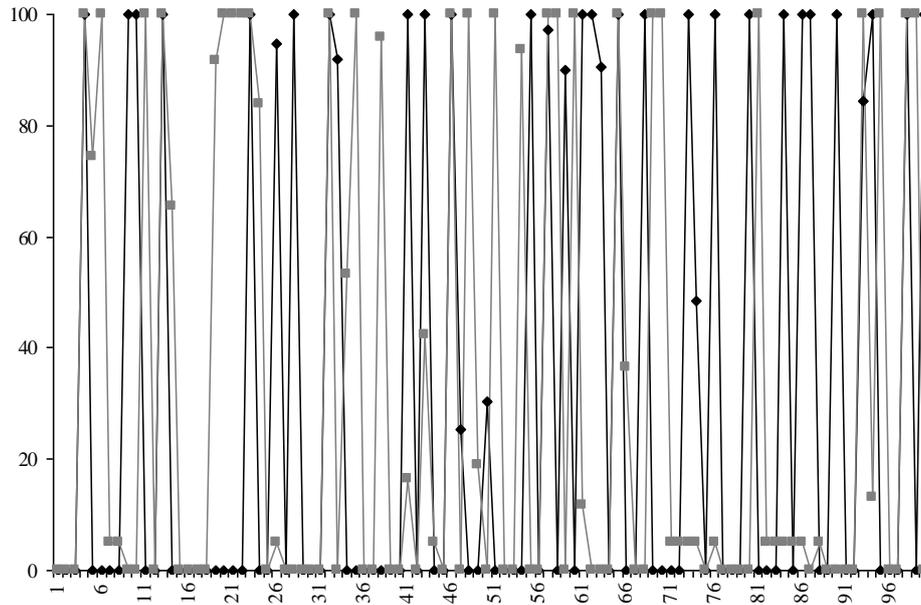
¹ L'évolution du prix moyen est représentée sur la figure 4.19 en noir et en continu.

Figure 4.22 Evolution des trajectoires de prix de deux des offreurs sur l'un des marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement « raisonnable »



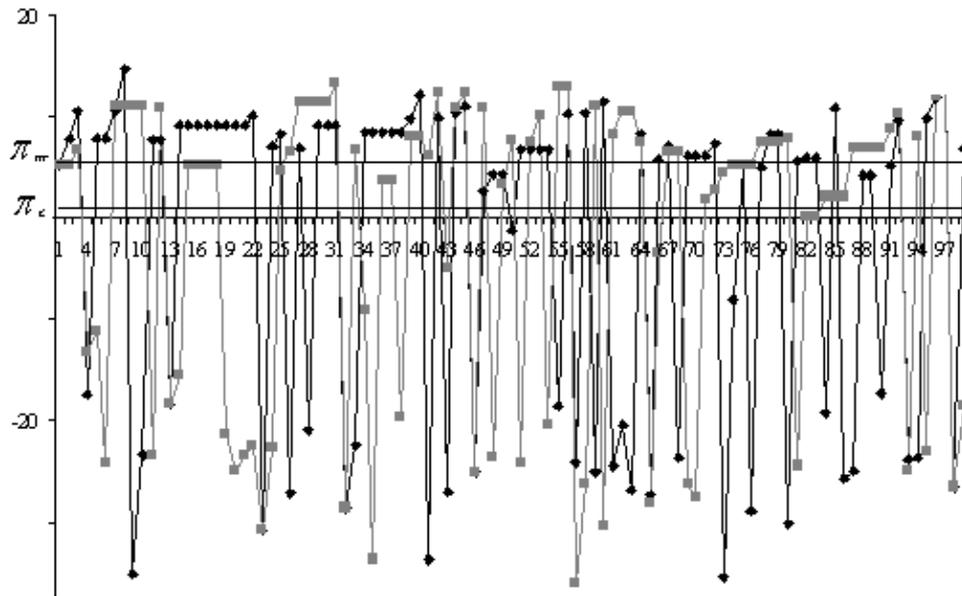
Lors d'une période quelconque, une partie des offreurs affichent des prix très élevés tandis que d'autres affichent des prix plus faibles. On peut s'attendre que, parmi les offreurs qui affichent des prix élevés, il y en a quelques uns qui ne vendent pas tout. Ces offreurs diminuent leurs prix à la période suivante tandis que tous leurs adversaires les augmentent... C'est au tour d'une autre partie des offreurs de « se faire prendre à contre-pied » par le marché. Il en résulte que les taux individuels du rationnement des deux offreurs dont les politiques de prix sont représentées sur la figure 4.21 sont également contre-cycliques. Même si l'indice de coordination est négatif durant toutes les périodes de la simulation, les offreurs ne subissent pas tous en même temps le phénomène de rationnement...

Figure 4.23 Evolutions des taux de rationnement pour deux des offreurs sur l'un des marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement « raisonnable »



Lors des périodes pendant lesquelles l'offreur, quel qu'il soit, réussit à prendre ses adversaires à contre pied il obtient des profits très élevés : ces profits sont au niveau du profit de l'issue de cartel (π_m) ou même au dessus. En revanche, lorsqu'il subi des méventes, ses profits sont négatifs et très en dessous du profit de l'issue de concurrence (π_c). Comme on peut s'y attendre, les trajectoires des profits de nos deux offreurs évoluent en contre cycle la plupart du temps : lorsque l'un d'entre eux obtient des profits importants l'autre subit des pertes et vice-versa. Les offreurs ne subissent pas tous, en même temps, l'effet de la concurrence acharnée qu'ils se livrent, comme on aurait pu le penser après avoir vu l'évolution de l'indice de coopération qui était négatif durant la plupart des périodes.

Figure 4.24 Evolutions des profits obtenus pour deux des offreurs sur l'un des marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement « raisonnable »¹



Sur les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « raisonnable », l'évolution des échanges suit une évolution cyclique. Lors d'une période donnée, les prix auxquels se concluent les échanges sont très différents d'un offreur à l'autre. On est donc loin d'observer un phénomène d'homogénéisation des politiques sur ces marchés...

Le tableau ci dessous présentent les données synthétiques récoltées sur les cinq marchés simulés sur lesquels tous les offreurs sont des « raisonnables ».

Tableau 4.12 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculées pour les cinq marchés simulés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « R »

Indicateurs	Simulation 1	Simulation 2	Simulation 3	Simulation 4	Simulation 5
Prix moyen	1.31	1.28	1.31	1.31	1.3
<i>écart type</i>	<i>0.05</i>	<i>0.06</i>	<i>0.07</i>	<i>0.05</i>	<i>0.05</i>
Coopération	-1.25	-1.23	-1.14	-1.11	-1.28
<i>écart type</i>	<i>0.38</i>	<i>0.41</i>	<i>0.38</i>	<i>0.43</i>	<i>0.33</i>
Coordination	0.64	0.6	0.61	0.6	0.64
<i>écart type</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.17</i>	<i>0.15</i>	<i>0.13</i>

Même si, sur ces marchés, les cycles de prix ne suivent pas des trajectoires identiques, ils semblent évoluer avec des intensités comparables et entre les mêmes bornes. L'apparition de ce phénomène cyclique a été confirmé par trois autres séries de simulations qui teste sa

¹ Les profits représentés sont exprimés par rapport au profit de l'issue de concurrence.

robustesse aux différents paramètres : le nombre d'offreurs, l'ampleur du bruit et l'initialisation des marchés.

- Le nombre d'offreurs sur le marché : des résultats qui confirment l'apparition des cycles mais qui remettent en cause les croyances habituelles concernant ce facteur

Le nombre d'offreurs sur le marché produit un effet inattendu sur l'évolution des échanges. Les trois figures suivantes présentent les évolutions des prix moyens et des indicateurs de coopération et de coordination sur trois marchés sur lesquels le nombre d'offreurs varie de 5 à 20.

Figure 4.25 Evolution des prix moyens observés sur trois marchés simulés (repérés par le nombre d'offreurs) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »

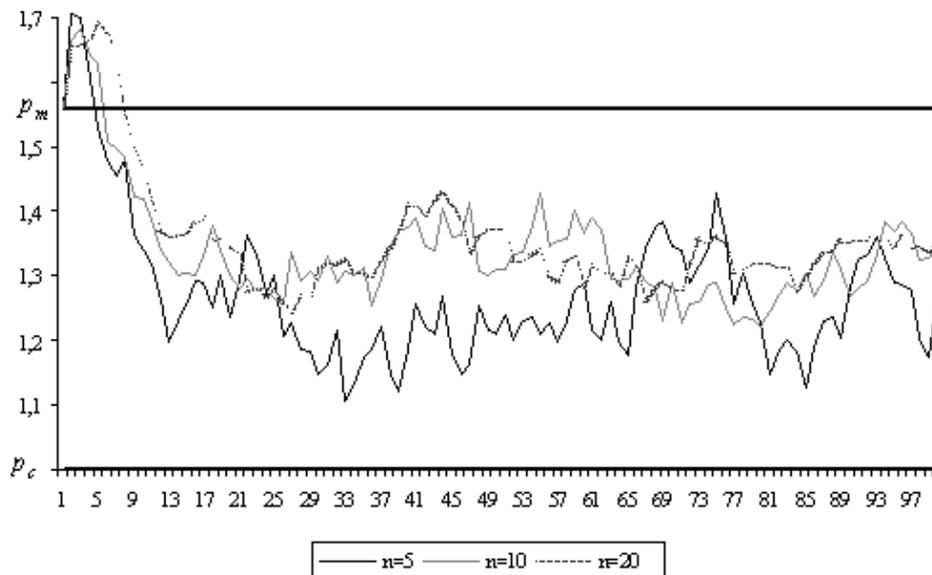


Figure 4.26 Evolution de la coopération sur trois marchés simulés (repérés par le nombre d'offreurs) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »

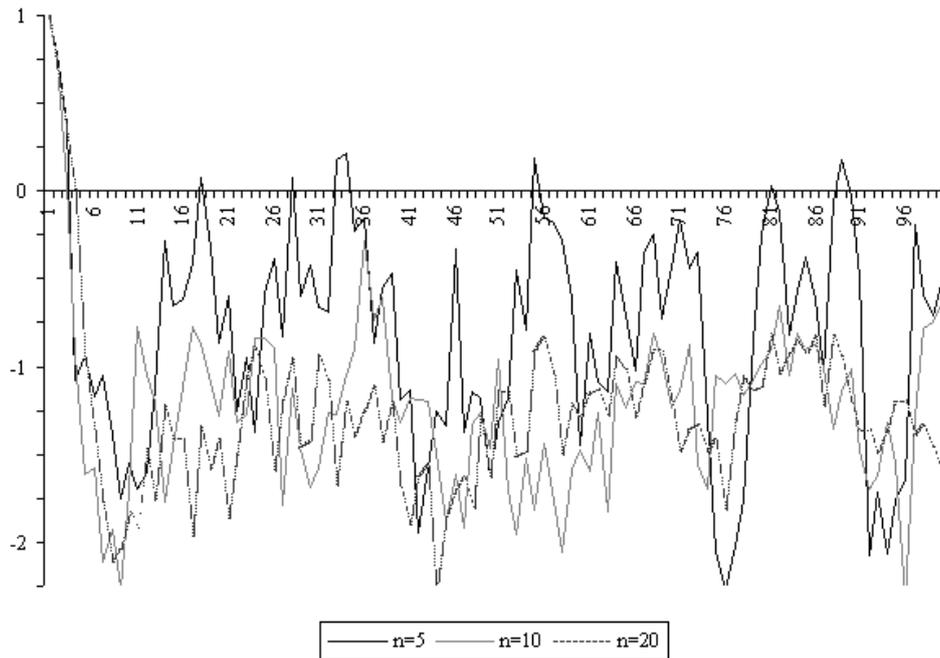
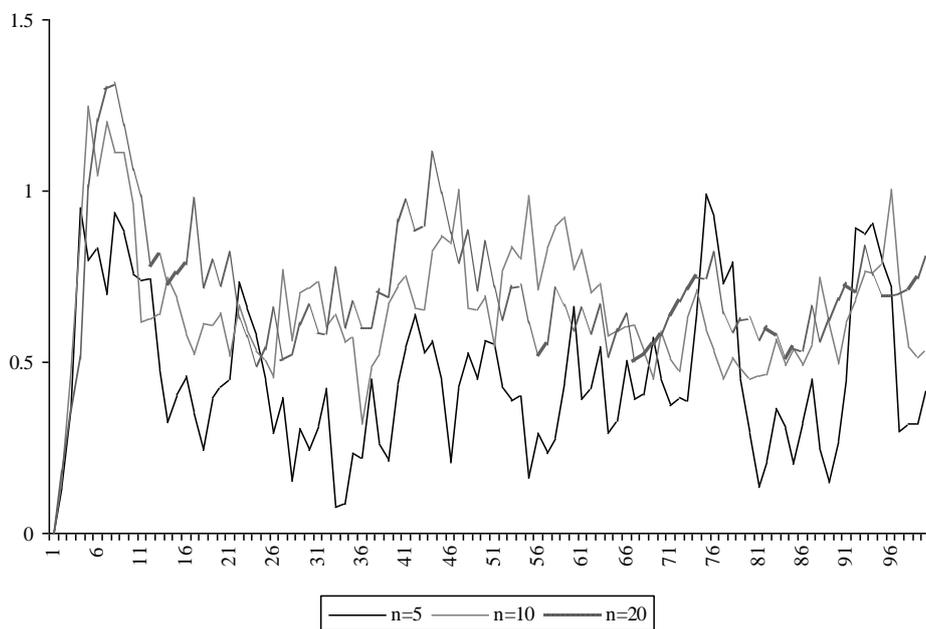


Figure 4.27 Evolution de la coordination sur trois marchés simulés (repérés par le nombre d'offreurs) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »



Les données synthétiques obtenues sur ces trois marchés sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau 4.13 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculées pour trois marchés simulés (repérés par le nombre d’offreurs) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »

Indicateurs	n = 5	n=10	n=20
Prix moyen <i>écart type</i>	1,24 0,07	1,31 0,05	1,33 0,04
Coopération <i>écart type</i>	-0,8 0,62	-1,25 0,38	-1,29 0,3
Coordination <i>écart type</i>	0,43 0,2	0,64 0,15	0,67 0,13

Deux résultats surprenants apparaissent à la lecture de ce tableau. Le premier est que le prix moyen au voisinage duquel évoluent les marchés est d’autant plus élevé que le nombre d’offreurs sur le marché est important¹. Par conséquent, les indicateurs de coopération et de coordination sont meilleurs lorsque le nombre d’offreurs sur le marché est faible. Deuxièmement, l’ampleur des cycles diminue lorsque le nombre d’offreurs sur le marché est important. Ces résultats ont été consolidés lors d’une série supplémentaire de 10 simulations : pour la moitié de ces simulations le nombre d’automates par marché est de 5 tandis que pour l’autre moitié, ce nombre d’offreurs est de 20. Les tableaux 4.14 et 4.15 présentent les données synthétiques obtenues suite à ces simulations.

Tableau 4.14 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculées pour cinq marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « R » et sur lesquels le nombre d’offreurs par marché est de 5

Indicateurs	Simulation 1	Simulation 2	Simulation 3	Simulation 4	Simulation 5
Prix moyen <i>écart type</i>	1.24 0.07	1.22 0.06	1.26 0.09	1.23 0.06	1.27 0.07
Coopération <i>écart type</i>	-0.8 0.62	-0.8 0.51	-0.98 0.53	-0.9 0.52	-0.89 0.56
Coordination <i>écart type</i>	0.43 0.2	0.41 0.17	0.5 0.22	0.44 0.17	0.49 0.18

¹ Cette dominance est statistiquement significative à 99%.

Tableau 4.15 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculées pour cinq marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « R » et sur lesquels le nombre d’offeurs par marché est de 20

Indicateurs	Simulation 1	Simulation 2	Simulation 3	Simulation 4	Simulation 5
Prix moyen <i>écart type</i>	1.33 0.04	1.33 0.04	1.34 0.04	1.34 0.04	1.33 0.03
Coopération <i>écart type</i>	-1.29 0.3	-1.34 0.28	-1.42 0.27	-1.36 0.26	-1.28 0.32
Coordination <i>écart type</i>	0.67 0.13	0.69 0.1	0.72 0.1	0.7 0.11	0.68 0.12

- L’ampleur du bruit qui affecte les décisions joue un rôle mineur dans les phénomènes observés

Sur les trois marchés suivants l’ampleur du bruit a été modifiée. Par rapport au marché central, sur lequel l’écart type du bruit est de 8% pour les prix et de 16 % pour les quantités, sur les deux autres marchés ce bruit est soit divisé par 2, soit augmenté de 50%. Les trois figures suivantes illustrent les évolutions des prix moyens et des indices de coopération et de coordination sur ces trois marchés.

Figure 4.28 Evolution des prix moyens observés sur trois marchés simulés (repérés par l’ampleur du bruit) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »

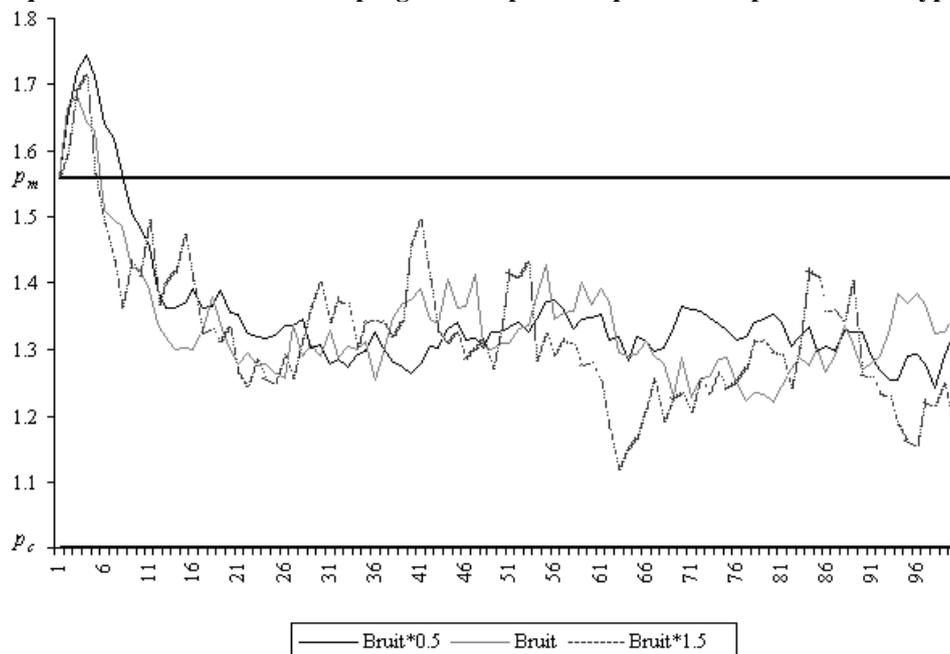


Figure 4.29 Evolution de l'indice de coopération sur trois marchés simulés (repérés par l'ampleur du bruit) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »

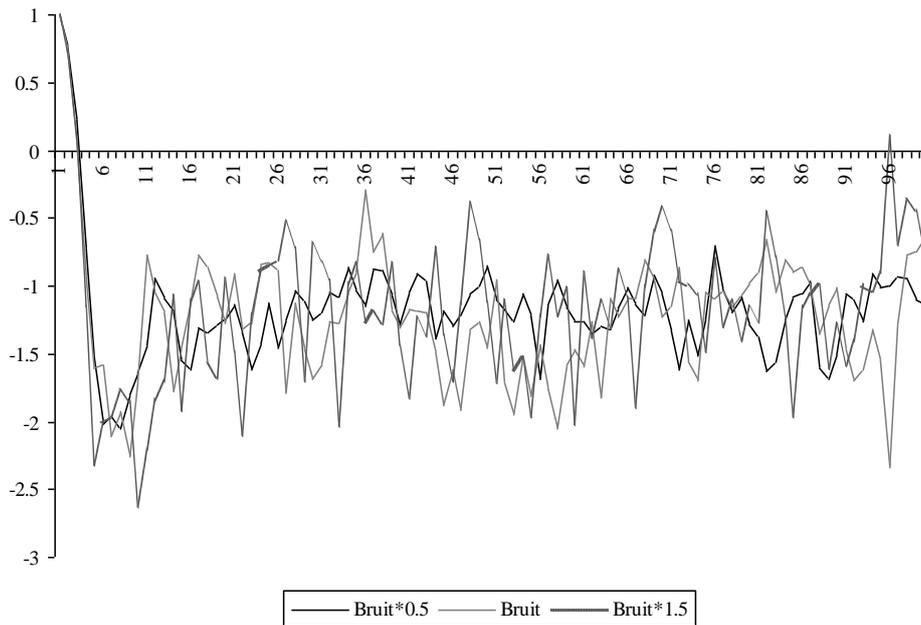
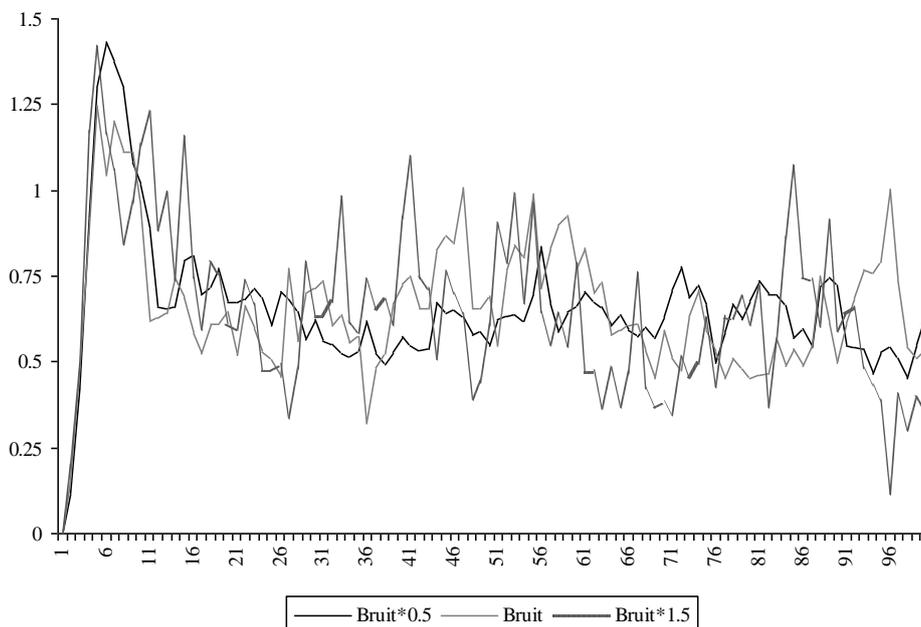


Figure 4.30 Evolution de l'indice de coordination sur trois marchés simulés (repérés par l'ampleur du bruit) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »



Comme on pouvait s'y attendre, l'ampleur du bruit modifie légèrement l'ampleur des cycles (les cycles sont plus amples lorsque le bruit est fort)¹. Dans le tableau ci-dessous apparaissent les données synthétiques pour ces trois marchés.

¹ Les prix moyens affichés diminuent significativement avec l'augmentation du bruit.

Tableau 4.16 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculés pour trois marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « R » et sur lesquels l'ampleur du bruit est différente

Indicateurs	Bruit * 0.5	Bruit	Bruit * 1.5
Prix moyen <i>écart type</i>	1.32 0.03	1.31 0.05	1.29 0.08
Coopération <i>écart type</i>	-1.18 0.21	-1.25 0.38	-1.13 0.44
Coordination <i>écart type</i>	0.62 0.08	0.64 0.15	0.6 0.19

- Le rôle joué par l'initialisation des marchés

Sur les trois figures suivantes apparaissent les évolutions des prix moyens et des indicateurs de coopération et de coordination sur trois marchés, initialisés respectivement : à l'issue de cartel (S2), à l'issue de concurrence (S1) et à une issue « intermédiaire », obtenue suite à un tirage aléatoire entre le prix de l'issue de concurrence et le prix de l'issue de cartel, (S3).

Figure 4.31 Evolution des prix moyens observés sur trois marchés simulés (repérés par leur initialisation) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »

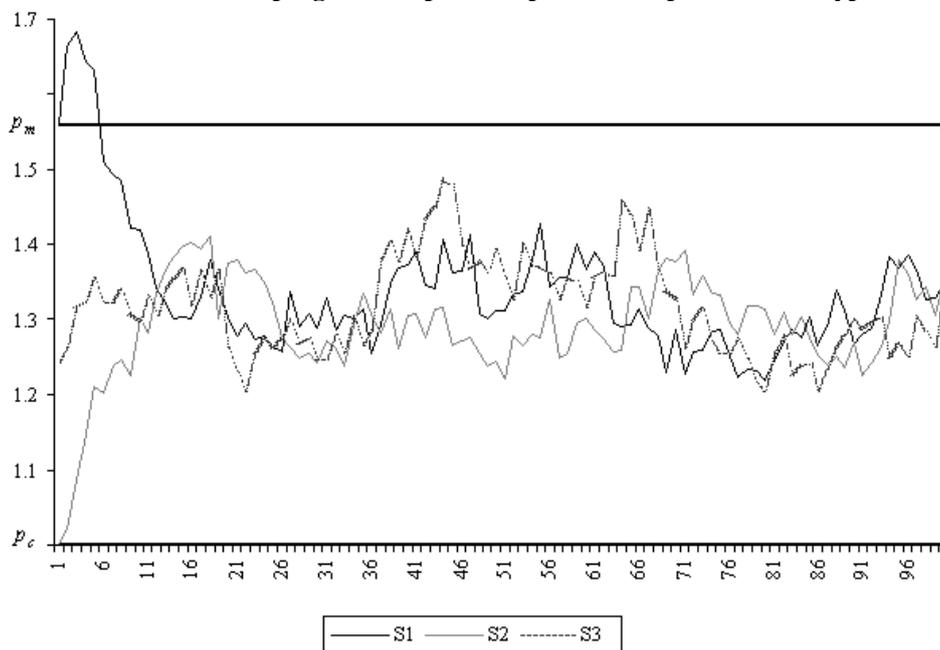


Figure 4.32 Evolution de la coopération sur trois marchés simulés (repérés par leur initialisation) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »

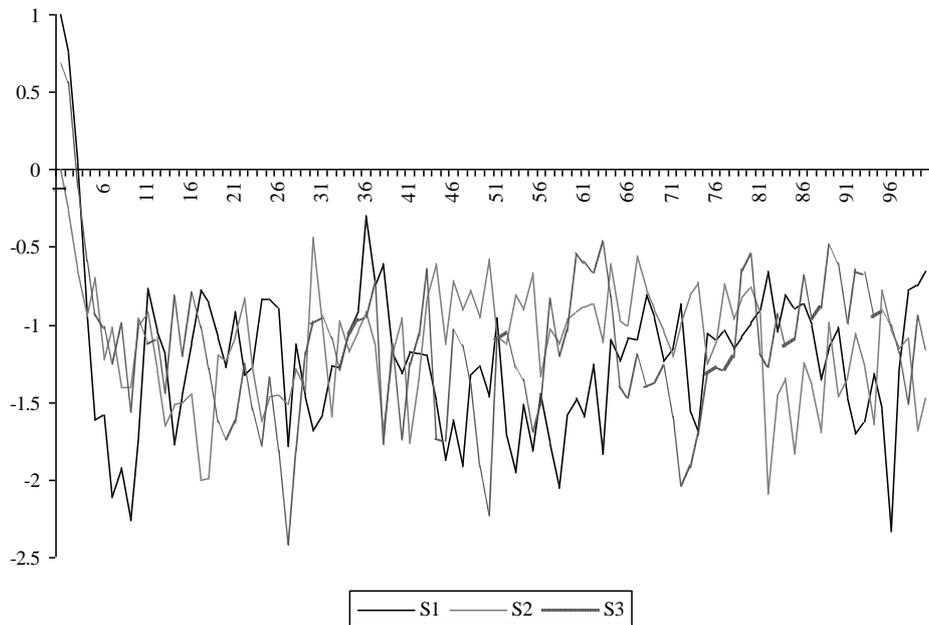
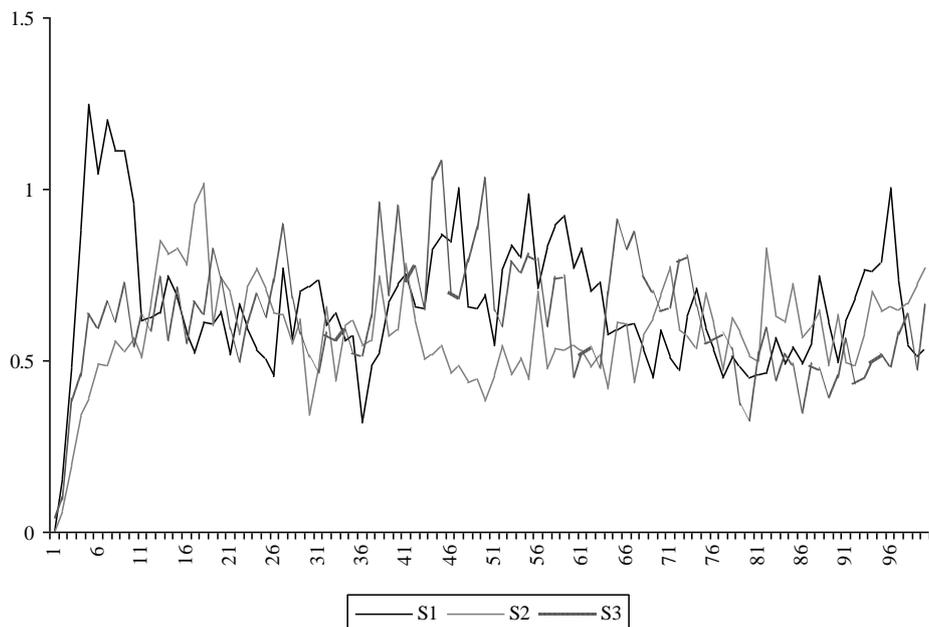


Figure 4.33 Evolution de la coordination sur trois marchés simulés (repérés par leur initialisation) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »



Pour résumer, les données synthétiques des trois marchés analysés apparaissent dans le tableau ci dessous.

Tableau 4.17 Mesures synthétiques des principaux indicateurs calculées pour les trois marchés simulés (repérés par leur initialisation) sur lesquels tous les automates sont programmés pour adopter un comportement de type « R »

Indicateurs	S1	S2	S3
Prix moyen	1,31	1,3	1,32
<i>écart type</i>	<i>0,05</i>	<i>0,04</i>	<i>0,07</i>
Coopération	-1,25	-1,11	-1,21
<i>écart type</i>	<i>0,38</i>	<i>0,33</i>	<i>0,42</i>
Coordination	0,64	0,58	0,63
<i>écart type</i>	<i>0,15</i>	<i>0,1</i>	<i>0,16</i>

Rappel : lors de la première période sur le marché S1, les automates sont programmés pour adopter la politique de l'issue de concurrence, sur le marché S2 les automates sont programmés pour adopter la politique de l'issue de cartel et sur le marché S3 les automates sont programmés pour adopter une politique intermédiaire.

Les évolutions observées sur les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « R » sont très différentes par rapport aux évolutions observées sur les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de type « D ». Premièrement, les prix des échanges sur les marchés sur lesquels les offreurs adoptent un comportement « raisonnable » sont plus élevés que les prix auxquels se concluent les échanges sur les marchés sur lesquels les offreurs adoptent le comportement « déraisonnable »¹.

Deuxièmement, les prix moyens décrivent des cycles lorsque tous les offreurs sont des « raisonnables », tandis que sur les marchés sur lesquels les offreurs sont des « déraisonnables », les évolutions observées sont plus lissées.

Troisièmement, les marchés sur lesquels tous les offreurs sont du type « R » sont très hétérogènes du point de vue des politiques adoptées. Au contraire, lorsque tous les offreurs sur le marché sont du type « D », les politiques adoptées sont plus homogènes.

Comme on s'y attendait, il y a donc bien un écart entre les effets produits par ces deux comportements... Que se passe-t-il lorsque ces deux comportements interagissent entre eux ? Sur nos marchés expérimentaux, ils étaient mélangés avec une proportion des joueurs « déraisonnables » au moins égale à celle des joueurs « raisonnables ». Peut-on expliquer les

¹ Les tests statistiques (test t* bilatéral) réalisés à partir des prix moyens affichés sur ces marchés montrent que les prix affichés sur les marchés sur lesquels les automates adoptent un comportement stratégique de type « R » sont significativement supérieurs aux prix affichés sur les marchés sur lesquels les automates adoptent tous un comportement de type « D » (avec un risque de se tromper de 1%).

évolutions observées sur nos marchés expérimentaux par la présence massive des comportements « déraisonnables » ?

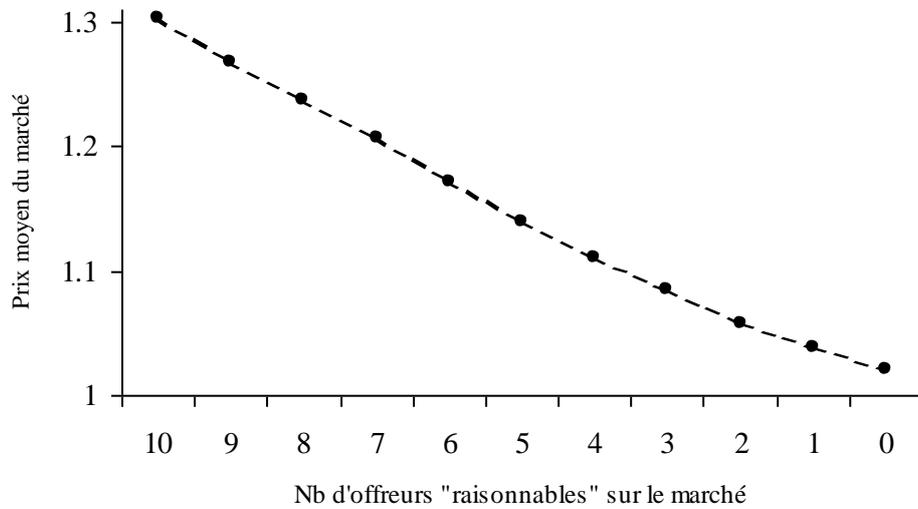
2.2 *Les issues de marchés obtenues avec différentes « dosages » entre les deux types d'automates*

Cette section présente les résultats des interactions, sur le même marché, entre des automates qui adoptent un comportement de type « D » et des automates qui adoptent un comportement de type « R ». Si l'augmentation de la proportion des offreurs « déraisonnables » au détriment de la proportion des offreurs « raisonnable » produit l'effet attendu, on devrait observer, d'une part, que les prix moyens se rapprochent progressivement de l'issue de concurrence et d'autre part, que les trajectoires des prix moyens sont de plus en plus lisses.

Les simulations informatiques présentées ici ont été réalisées sur un marché avec 10 offreurs sous les conditions du scénario « central » présenté dans la sous-section précédente. Toutes les proportions entre les deux comportements ont été testées systématiquement. Pour chaque type d'interaction possible, cinq marchés différents ont été simulés. Pour chaque marché nous avons calculé les moyennes et les écarts type moyens pour les 80 dernières périodes des prix moyens et des indicateurs de coopération et de coordination.

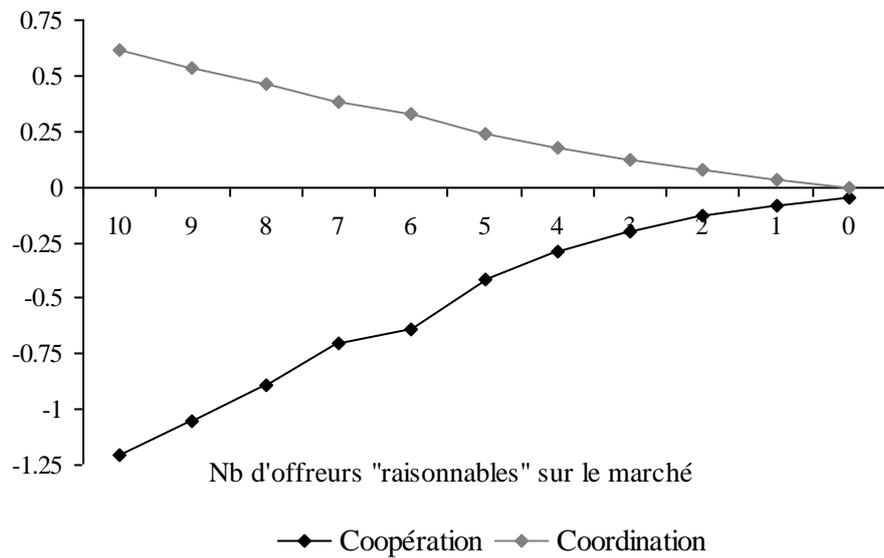
La figure 4.34 présentent l'évolution du prix moyen calculé à partir des 80 dernières périodes sur les 5 marchés du même type simulés, en fonction de la proportion des offreurs « raisonnables » sur ces marchés. On observe que, dès lors qu'il n'y a plus que trois offreurs « raisonnables » sur le marché, l'écart entre le prix moyen et le prix de l'issue de concurrence devient inférieur à 10%. Les prix semblent « poussés » vers l'issue de concurrence par l'augmentation de la proportion des offreurs « déraisonnables ».

Figure 4.34 Tendence des prix moyens à converger vers le prix de l'issue de concurrence lorsque la proportion des offreurs « raisonnables » diminue sur les marchés



Ce phénomène s'accompagne d'une stabilisation des indices de coopération et de coordination au voisinage de 0.

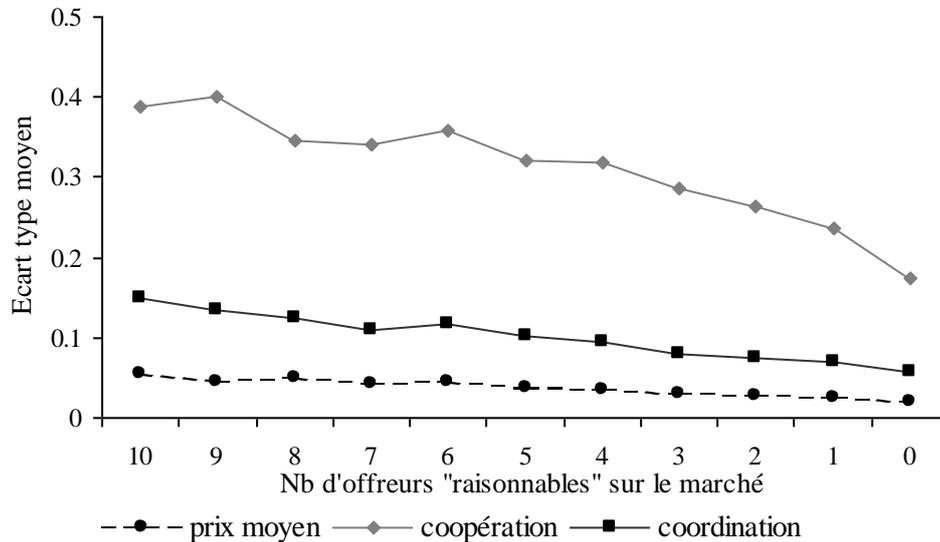
Figure 4.35 Tendence des indices de coopération et de coordination à s'approcher de 0 lorsque la proportion des offreurs « raisonnables » diminue sur les marchés



L'augmentation du nombre d'offreurs « déraisonnables » sur le marché a un deuxième effet remarquable : ils contribuent à l'aplatissement des cycles. Ce phénomène de lissage des trajectoires observées est très bien illustré par l'évolution de l'écart type moyen de ces trois

statistiques (prix moyen, indice de coopération et indice de coordination) en fonction du nombre d'offreurs sur le marché.

Figure 4.37 Les écarts type moyens des prix affichés, des indices de coopération et de coordination sur les marchés en fonction du nombre d'offreurs « raisonnables »



Pour un marché avec 10 offreurs, on pourrait situer le moment de basculement du marché d'un état « cyclique » autour d'un prix supérieur au prix de l'issue de concurrence à un état stable au voisinage du prix de l'issue de concurrence dès lors qu'il y a plus de 7 offreurs « déraisonnables » sur le marché. C'est à partir de cette proportion que l'écart entre les prix moyens et le prix de l'issue de concurrence devient négligeable (moins de 10%). L'indice de coopération se situe également au voisinage de 0 et l'indice de coordination est très faible. De plus, les évolutions de ces indicateurs sont très lissées¹.

Sur tous nos marchés expérimentaux, le nombre d'offreurs qui avaient adopté un comportement de type « déraisonnable » a été supérieur au nombre d'offreurs qui avait adopté un comportement de type « raisonnable ». Cela explique, à notre avis, pourquoi tous ces marchés ont convergé vers la politique de l'issue de concurrence. L'hypothèse qu'une main

¹ Toutefois, cette proportion ne devrait pas être fétichisée. Le nombre de joueurs sur le marché (n) peut avoir un effet très net sur les phénomènes décrits. L'analyse réalisée dans la sous-section précédente a montré que, sur un marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement de type « R », plus n est grand, plus les cycles de prix diminuent en intensité et plus le prix moyen vers lequel converge le marché augmente. La proportion des joueurs de type « D » nécessaire à faire basculer la tendance pourrait varier avec le nombre d'offreurs sur le marché.

invisible aurait conduit ces échanges vers cette issue est rejetée par la présence aussi massive des comportements à caractère fortement « déraisonnables » : si l'on converge vers l'issue de concurrence, ce n'est pas parce que les offreurs aient suivis leurs intérêts, mais au contraire, parce que ceux-ci ont agi à l'encontre de leurs propres intérêts.

De plus, ces résultats soutiennent l'hypothèse que l'issue de concurrence n'est pas une « fatalité » sur les marchés décentralisés et avec concurrence libre : d'autres types d'issues finales auraient pu apparaître sur nos marchés si la proportion des offreurs de type « raisonnable » avait été plus élevée ... Nos résultats rejoignent ainsi les résultats des expérimentations précédentes et offre, en plus, une explication aux différences entre les issues finale observées.

Conclusion

A l'issue de ce chapitre, la mise à l'épreuve de la conjecture de « la concurrence efficiente » se trouve à la croisée des chemins. Nous avons, d'un côté, la possibilité de conclure, avec de bons arguments (parmi lesquels les résultats de nos expérimentations et les vérifications de nos simulations informatiques) qu'un marché décentralisé peut converger vers l'issue de concurrence, en dépit du fait que cette issue ne soit pas un équilibre. Mais cette proposition devrait être assortie d'une proposition moins « classique » : ce n'est pas la mise en œuvre d'un comportement « rationnel » (optimisateur), discipliné par la concurrence, qui produit ce résultat collectivement désirable, c'est au contraire la présence de comportements non raisonnables en nombre suffisant qui donne ses vertus sociales à la concurrence.

La principale raison qui empêche d'emprunter trop rapidement ce chemin est qu'une telle conclusion a été établie sur la base encore un peu étroite d'une série d'expérimentations faisant la place... aux comportements déraisonnables (c'est justement le revers de ce que ses expérimentations ont pu mettre à jour). La question traditionnelle des économistes resterait pendante : « que se passerait-il si, au contraire, les offreurs étaient des joueurs dotés de comportements « rationnels » ? C'est là une question de curiosité que l'on ne peut pas laisser de côté. La deuxième raison qui plaide pour la poursuite de l'enquête dans cette direction (quid des résultats si les comportements étaient raisonnables ?) provient du fait que, dans le système d'interaction étudié (le marché décentralisé à demande fluide), il n'y a plus

d'adéquation bi-univoque entre les règles d'organisation du marché et les règles de comportement qui lui seraient parfaitement adéquates (sur le plan de la rationalité optimisatrice). Un nombre sans doute considérable de comportements peuvent être jugés congruents avec l'idée que l'on se fait de la mise en œuvre de la raison économique dans ce type de marché... Comment choisir parmi eux ? Leur mise en présence sur le marché, confirmera-t-elle notre hypothèse que l'issue finale observée dépend de manière cruciale des dosages entre les différents comportements adoptés ?

La troisième partie de la thèse offre les réponses à ces questions... Pour mener à bien cette tâche, la méthode employée ne peut être de type expérimentale. Les raisons qui plaident pour l'abandon de cette méthode ont été déjà mentionnées : il faudrait, d'une part, pouvoir sélectionner les comportements à l'entrée des sessions expérimentales (pour que ces derniers couvrent le spectre des comportements raisonnables) et, d'autre part, il faudrait pouvoir organiser suffisamment de sessions pour contrôler les « dosages » des comportements dans les expériences. C'est la raison pour laquelle nous sommes passés aux simulations informatiques. Cette méthode permet en effet d'introduire de manière raisonnée – et sur la base d'hypothèses claires- les comportements qu'on veut tester, et d'en apprécier les variations que l'on veut introduire dans le « protocole » de l'expérience.

PARTIE III

Dans cette partie nous analysons les issues qui peuvent apparaître sur un marché de concurrence « canonique » lorsque toutes les conduites adoptées sont « raisonnables »¹. Mais qu'est qu'un comportement « raisonnable » sur ce contexte de marché ?

Nous donnons au caractère « raisonnable » des comportements le sens de la rationalité optimisatrice, c'est-à-dire, d'une rationalité orientée vers le gain. Nos offreurs ne cherchent rien d'autre que de maximiser leurs profits (nos offreurs sont, de ce point de vue, des *homo oeconomicus* standard) ! Cependant, comme Tricou [1994] l'a montré, le comportement qu'un offreur adopte pour atteindre cette fin n'est pas défini *per se*, il « découle » des règles d'organisation des échanges : à un contexte de marché différent correspond un comportement différent.

Le problème qui se pose à nos offreurs est que, du point de vue de l'analyse économique, il n'existe pas de comportement « rationnel » standard ! L'analyse économique se trouve dans un état de vide épistémologique pour définir la manière rationnelle d'agir dans un contexte de marché pour lequel aucune issue ne représente un équilibre de Nash. Confrontés à cet état d'indétermination, nos comportements « raisonnables » se définissent par rapport aux paradigmes classiques d'action. Ces maximes « standard » d'action sont : le preneur du prix, le *stratégique* et le coopératif. Nos offreurs « transposent » les règles de décision de ces comportements, déterminées en rapport avec leurs contextes de marché d'origine, au contexte d'un marché à prix affichés, demande parfaitement fluide et concurrence libre.

Le premier type de comportement est un « walrasien orphelin ». Cet offreur, dépourvu du guidage du commissaire priseur, cherche lui-même un prix de référence sur le marché. Celui-ci peut être le prix moyen du marché ou le prix qu'il a adopté lui-même à la période

¹ Par marché « canonique » nous entendons le marché à prix affichés, production anticipée, demande parfaitement fluide et courbe de coût marginal convexe. Le modèle analytique utilisé ici est identique au modèle utilisé pour nos expérimentations.

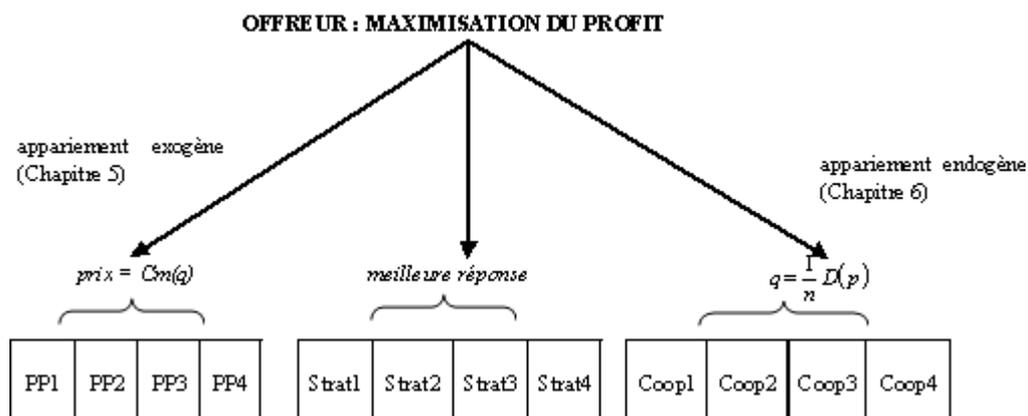
précédente. Quel que soit le prix affiché, il met en vente la quantité qui résulte de l'égalisation du coût marginal au prix.

Le deuxième type de comportement est un « nashien orphelin » dont la principale caractéristique est sa nature *stratégique*. Cet offreur cherche à prendre ses adversaires à contre-pied, en adoptant une politique de type « *meilleure réponse* » par rapport aux politiques adoptées à la période précédente ou par rapport aux politiques qu'il anticipe que ses adversaires vont adopter.

Enfin, le dernier type de comportement est un « *coopératif orphelin* » qui cherche à mettre en place une issue de cartel. Ce comportement cherche à ne pas gêner les autres offreurs et produit la quantité qui résulte de l'égalisation de la demande fractionnelle $\left(\frac{1}{n} \text{ de la demande totale}\right)$ au prix.

Pour chacune de ces trois maximes d'action, nous proposons 4 comportements différents. Les conduites appartenant à la même famille se distinguent entre elles soit du point de vue de la quantité totale d'informations qu'ils utilisent pour prendre leurs décisions, soit du point de vue du degré de complexité des calculs qu'ils élaborent. Le choix du comportement adopté peut être « exogène » (les offreurs « naissent » avec un comportement donné qu'ils ne peuvent pas modifier) ou « endogène » (les offreurs peuvent modifier leurs comportements sur la base des résultats passés observés). Notre démarche est présentée de manière schématique sur la figure suivante.

Schéma III. Démarche suivie pour saisir l'impact de la « rationalité » sur le marché à prix affichés « canonique »



Il résulte, de ce schéma, que la concurrence entre ces 12 comportements peut être saisie à deux niveaux.

Le premier niveau est celui d'un marché : les offreurs « naissent » avec un comportement donné et interagissent ensuite entre eux dans le cadre d'un seul marché. Pour chaque interaction réalisée on observe l'issue de marché qui résulte et les comportements qui obtiennent le plus de profit. Ce type d'analyse fait l'objet du Chapitre 5.

La concurrence est envisagée ici dans une perspective classique : elle se manifeste à travers la demande du marché qui est parfaitement fluide. Même si la concurrence entre les offreurs peut être très acharnée, elle n'a, au final, aucun impact sur les comportements que les offreurs adoptent, puisque ces offreurs ne peuvent pas modifier leurs conduites même si leurs résultats sont très mauvais.

Cette vision de la concurrence est « corrigée » par la suite (Chapitre 6). Dans cette perspective, la concurrence est envisagée comme un processus de sélection naturelle parmi les comportements : les offreurs peuvent, sur la base des résultats relatifs qu'ils obtiennent, changer de comportement et ils adoptent alors les comportements qui obtiennent les meilleurs résultats. La concurrence parmi les comportements a donc pour visée finale d'éliminer du marché les pratiques les moins bien adaptées et de faire multiplier les pratiques les plus adaptées.

CHAPITRE 5. IMPACT DE LA RATIONALITE «COGNITIVE » SUR LE MARCHÉ DE CONCURRENCE « CANONIQUE »

L'analyse économique range toutes les situations qui ne relèvent pas de la rationalité optimisatrice dans la catégorie de la rationalité « limitée », c'est-à-dire une limitation des capacités de calcul des agents économique ou une limitation de la quantité d'informations mises à la disposition de l'agent. Or, la question des comportements adoptés par les agents sur le marché analysé ne peut être formulée en termes de rationalité limitée : alors même qu'ils auraient les moyens de calcul nécessaires, ils ne sauraient toujours pas quelle conduite adopter !

Le problème des participants est qu'ils se meuvent dans un monde à l'intérieur duquel les maximes d'action standard (optimisation paramétrique, *meilleure réponse*, tentative de coopération) n'ont plus de « prise ». Les règles d'organisation du marché (absence du commissaire priseur) et la structure de leur interaction (absence d'équilibre de Nash) suppriment tout point d'appui pour ces formes de comportement. Le débat concernant les comportements adoptés par les offreurs se déplace insensiblement du niveau de la rationalité envisagée comme moyen d'action au niveau de la rationalité envisagée comme raisons d'agir. Cette dualité des sens entre la « rationalité » et la « raison d'agir » a été mise en évidence par Mouchot [2003] qui présente le parcours historique du concept « rationalité économique ». Au départ, ce concept garde les deux sens : capacité de calcul, adéquation entre les fins et les moyens mais également le sens de la délibération, de la capacité d'argumenter un choix. Le mot « rationnel » qui apparaît vers l'an 1120 est héritier de cette tradition du double sens. La « rationalité économique » n'apparaît qu'en 1834 et à ce moment le premier sens du mot s'impose. Or, pour le deuxième sens, aucun autre mot n'a été proposé et on manque aujourd'hui de mot pour l'exprimer¹. Comme Brochier [1980] le montre, cette occultation du sens s'est faite lors du passage des économies traditionnelles (fondées sur la morale, la

¹ D'ailleurs le mot « raisonnabilité », qui pourrait traduire cette idée d'argumentation, de justification d'une conduite, n'existe pas dans le dictionnaire. On pourrait proposer « stratégie rationalisable » si l'expression n'était pas déjà prise par la théorie des jeux... pour désigner quelque chose de légèrement différent.

religion) vers l'économie capitaliste, lorsque les multiples finalités possibles de l'activité économique ont été subordonnées à la production des biens.

« Plusieurs auteurs ont [...] souligné que cette autonomisation de la rationalité instrumentale s'est fait jour à un moment déterminé de l'évolution économique et qu'elle est liée à l'avènement du capitalisme. Pour O. Lange, c'est dans l'entreprise capitaliste que pour la première fois le principe de rationalité est mis en œuvre dans toute sa plénitude [...]. L'hypothèse de Lange conduit à admettre, comme l'écrit M. Godelier, que c'est le développement des rapports marchands et monétaires, la recherche du gain monétaire et la pratique de la comptabilité qui aurait fait naître la rationalité économique.

L'analyse de Weber converge ici vers celle de Lange : il estime que le seul type d'économie qui permette la réalisation de la rationalité instrumentale est caractérisé par l'échange monétaire et la propriété privée des moyens de production, parce qu'ils rendent possible le calcul économique [...].

Il est bien tentant de rapprocher ces perspectives de l'analyse que fait H. Marcuse de l'unidimensionnalité, qui traduit l'hégémonie de la rationalité instrumentale aboutissant, en fin de compte, à une irrationalité absolue au niveau des fins ».

(Brochier, 1980, p. 998, cité par Mouchot, 2003, p. 430-431)

Entre la rationalité comme capacité de calcul et la rationalité limitée on devrait introduire une autre catégorie, la rationalité comme capacité de proposer une vision du monde et de trouver ensuite les maximes d'action cohérentes avec cette vision du monde. Si les économistes sont, de ce point de vue, dépourvus des outils nécessaires pour mener une telle analyse, les anthropologues ont, de leur côté, élaboré plusieurs concepts concernant la rationalité, parmi lesquels la rationalité « cognitive ». Ce concept a été élaboré par Weber pour traiter des fondements des croyances religieuses¹. Lorsque les acteurs sont placés en face d'un problème qu'ils doivent résoudre à l'aide d'une théorie mobilisant les ressources cognitives dont ils disposent, ils tentent de trouver un système de raisons leur apparaissant comme satisfaisantes par rapport au problème qui leur est posé. Boudon attire l'attention sur le fait que, dans cette situation, « la rationalité de l'acteur rappelle davantage celle des philosophes que celle de l'économiste néoclassique car, ce qu'il s'agit d'optimiser ou de maximiser ce n'est pas la

¹ Cette présentation du concept de la « rationalité « cognitive » au sens de Weber s'appuie sur celle de Boudon [2006].

différence entre les coûts et les avantages mais la force d'un système d'arguments ». Un agent peut alors être considéré comme rationnel si tous les moyens employés pour atteindre son objectif sont cohérents avec sa conception du milieu dans lequel il évolue. Autrement dit, même si le joueur se trompe (aux yeux d'un observateur extérieur), tant que sa conception (ou perception) est fondée sur ses connaissances et sur l'ensemble d'informations dont il dispose, le joueur est rationnel. D'après Boudon :

« [...] *raisons fortes ne veut pas dire raisons vraies. Mais « raisons fortes non vraies » ne veut pas dire non plus « raisons liées à des idiosyncrasies personnelles »* ».

Durkheim, lors de sa théorisation du « primitif » avance les mêmes ressorts de la rationalité :

« *Il faut surmonter notre étonnement devant l'irrationalité apparente du primitif; telle croyance à laquelle le « primitif » tient et qui nous apparaît dépourvue de sens ne l'est pas pour lui.*

[...] la croyance s'explique parce qu'elle « fait sens » pour celui qui l'endosse, parce que le croyant a des raisons fortes d'accepter sa croyance, étant entendu que des raisons qui sont fortes aujourd'hui peuvent cesser de l'être demain (si le contexte cognitif se modifie) et que ce qui est vrai ici ne l'est pas forcément là (si le contexte cognitif n'est pas le même ici est là) ».

Il nous semble que ce concept de rationalité « cognitive » est adapté à décrire **le fondement des politiques adoptées par les participants sur le marché analysé**¹. La rationalité des offreurs se détermine par rapport au paradigme choisi. L'analyse économique en offre trois, dont découlent trois familles de comportements : le *preneur de prix*, le *stratégique* et le *coopératif*. Les règles d'action de ces trois familles de comportements sont adaptées au contexte spécifique de marché à prix affichés que nous étudions. Ce que nous obtenons sont des règles d'action parfaitement cohérentes avec l'analyse économique : des conduites orientées vers la maximisation du profit mais dont la justification est d'ordre anthropologique. Autrement dit, nos offreurs ne « choisissent » pas eux mêmes leur paradigme d'action, il leur

¹ Le concept de rationalité « cognitive » est utilisé en économie avec un autre sens: « *la rationalité cognitive traduit la manière dont le joueur transforme ses informations sur le passé en anticipations sur le futur, en s'appuyant sur ces croyances concernant le fonctionnement de son environnement* ». Voir Walliser [2000] qui dresse un bilan très intéressant des modèles de ce type.

est donné... Ils sont héritier d'une longue tradition (économique) et ils ne modifient pas leurs comportements, même si les résultats qu'ils obtiennent ne sont pas les meilleurs.

Dans un premier temps nous présentons les comportements élaborés et les issues de marchés qui résultent de l'interaction entre des offreurs appartenant à la même famille. Dans un deuxième temps nous présentons les issues qui résultent de l'interaction entre des comportements appartenant à des familles différentes et les gagnants de ces interactions.

1. Interactions entre des comportements « raisonnables » du point de vue cognitif appartenant à la même famille

Cette section présente les comportements « raisonnables » du point de vue cognitif. Ces comportements sont fondés sur les trois paradigmes de comportement traditionnels : le *coopératif*, le *stratégique* et le *preneur de prix*. Quatre comportements différents sont présentés pour chaque famille.

1.1 Les « coopératifs »

Sur un marché de concurrence, la coordination entre les offreurs pour maintenir l'issue de cartel n'est, *a priori*, pas possible. La première raison est d'ordre légal : les cartels sont « interdits » par la loi. La deuxième raison, est d'ordre économique : les coûts de coordination pour maintenir un état de cartel et les risques de dissolution de cet état sont très élevés et d'autant plus importants que le nombre d'offeurs sur le marché est important. Du point de vue l'analyse économique donc, l'issue de cartel est intenable sur un marché de concurrence.

Mais ce n'est pas parce que, *a priori*, la coordination ne peut pas être installée, que les offreurs soient obligés d'exclure de leur domaine d'intérêt cette issue. Il suffit de rappeler que, de leur point de vue, cette issue est tout de même un optimum de Pareto. Au contraire, les offreurs sur un marché de concurrence peuvent découvrir, par leurs calculs, par leur compréhension du fonctionnement du marché, l'intérêt qu'ils ont tous, collectivement à,

maintenir cette issue. Essayer de l'installer et de la maintenir sur un marché devient une action « raisonnable ». Nos comportements « *coopératifs* » sont construits dans cet esprit-là : montrer la voie à suivre à leurs adversaires, maintenir cet état dans l'intérêt de tous¹.

Les moyens qu'ils mettent en place pour parvenir à leurs buts sont pourtant les moyens « classiques » d'un marché de concurrence. Les règles d'action de ces offreurs ne transgressent pas le cadre *non coopératif* du marché : il n'y a pas de paiement possible hors marché, il n'y a pas de discussions préalables aux échanges. Les règles d'action de nos offreurs ne sont pas non plus une adaptation directe des stratégies vindicatives de type « dent pour dent et œil pour œil » développées dans le cadre des interactions répétées². Les comportements que nous avons programmés cherchent à mettre en place une issue de cartel sans qu'ils sanctionnent les comportements qui en dévient. Comme les offreurs coopératifs sont susceptibles d'afficher plus souvent des prix élevés, ils ont, *a priori*, une grande sensibilité au caractère plus ou moins « prédateur » des comportements appartenant aux deux autres familles.

Tous les comportements « *coopératifs* » ont un trait commun : ils limitent volontairement leur quantité produite à la demande « fractionnelle » qui leur reviendrait si tous les autres pratiquaient la même politique qu'eux. La quantité produite par le joueur *i* serait donc :

$$\forall t, q_{i,t} = \frac{1}{n} * D(p_{i,t}) \rightarrow q_{i,t} = A * p_{i,t}^{\alpha} \quad (5.1).$$

avec *A,α* des paramètres de calibrage du modèle définis dans le paragraphe 1.1.1 du Chapitre 3³.

¹ On pourrait, à ce sujet, dire que la maxime qui gouverne leur comportement est d'ordre kantien : « Fais en sorte que ton comportement puisse être maxime universelle ».

² Cette stratégie consiste à jouer la stratégie coopérative (la politique de l'issue de cartel) tant que tous les autres participants sur le marché la jouent. Mais il suffit de constater qu'un seul des offreurs adopte une politique différente pour changer de tactique en adoptant, dans la plupart des cas une stratégie de « punition ». Pour que cette stratégie soit efficace, il faut que les pertes infligées soient à long terme, plus élevées que les gains qui auraient été obtenus si la politique de l'issue de cartel avait été maintenue. Les problèmes et les enjeux liés à ce type de politique ont été présentés dans le premier chapitre de la thèse.

³ *α* est le coefficient d'élasticité de la demande par rapport au prix affiché. Il est égal à -2 dans les expérimentations et les simulations réalisées.

Les règles d'action spécifique de chacun des quatre comportements programmés sont présentées dans le premier paragraphe où l'on montre également que, lorsque tous les offreurs sur le marché adoptent le même type de comportement, le marché converge vers l'issue de cartel. Le deuxième paragraphe présente les issues qui résultent de l'interaction entre les différents comportements appartenant à la même famille. Enfin, le troisième paragraphe présente les « gagnants » de ces interactions.

1.1.1 Présentations des comportements et des issues auxquelles aboutissent les interactions entre des offreurs du même type (apparition de l'issue de cartel ou de quasi-cartel)

Les quatre comportements présentés dans ce paragraphe partent du principe que, du point de vue collectif des offreurs, l'issue de marché la plus favorable, c'est l'issue de cartel. Ces comportements se différencient entre eux par la complexité de leurs règles d'action. Dans notre présentation, le degré de complexité va du plus simple au plus complexe. On peut voir dans ce degré de complexité une forme de rationalité limitée, dans le sens d'une capacité limitée à réaliser des calculs, à utiliser les informations existantes sur le marché et d'anticiper les politiques futures des adversaires.

Le premier comportement est un comportement « pur », qui adopte en permanence la même politique. Les deux comportements suivants sont des comportements adaptatifs, qui « tâtonnent » pour trouver la politique de l'issue de cartel selon les informations privées reçues après chaque période. Enfin, le dernier comportement présenté est aussi le plus complexe car il ne joue la politique de l'issue de cartel que lorsqu'il juge cette politique possible (sur la base des informations concernant l'état global du marché).

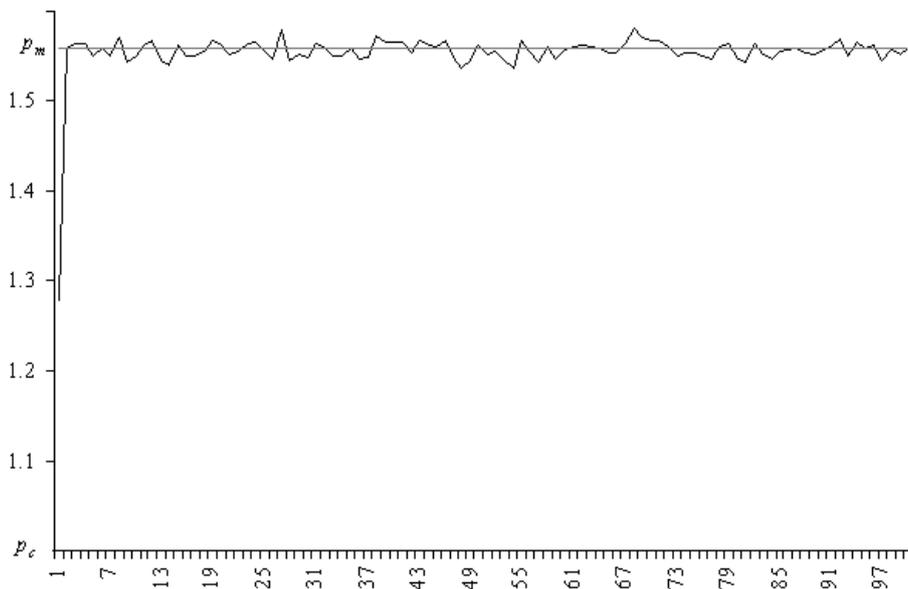
- Le coopératif de type 1

Le premier comportement *coopératif* (Coop1) adopte en permanence la politique qui correspond à l'issue de « cartel » :

$$\forall t, p_{i,t} = p_m^1 \quad (5.2).$$

La figure 5.1 illustre l'évolution du prix moyen sur un marché sur lequel 10 automates sont programmés pour adopter un comportement de ce type. Les politiques adoptées à la première période sont déterminées à partir d'un tirage aléatoire dans l'ensemble des stratégies possibles. Les politiques adoptées ont subi l'effet d'un bruit multiplicatif normal de moyenne nulle et d'écart type de 2% sur les prix et sur les quantités. Le bruit joue le rôle d'une forme de rationalité limitée : il s'agit d'une main qui tremble lorsqu'elle décide de la politique à suivre. Les transactions sur tous les marchés réalisées se sont déroulées pendant 100 périodes.

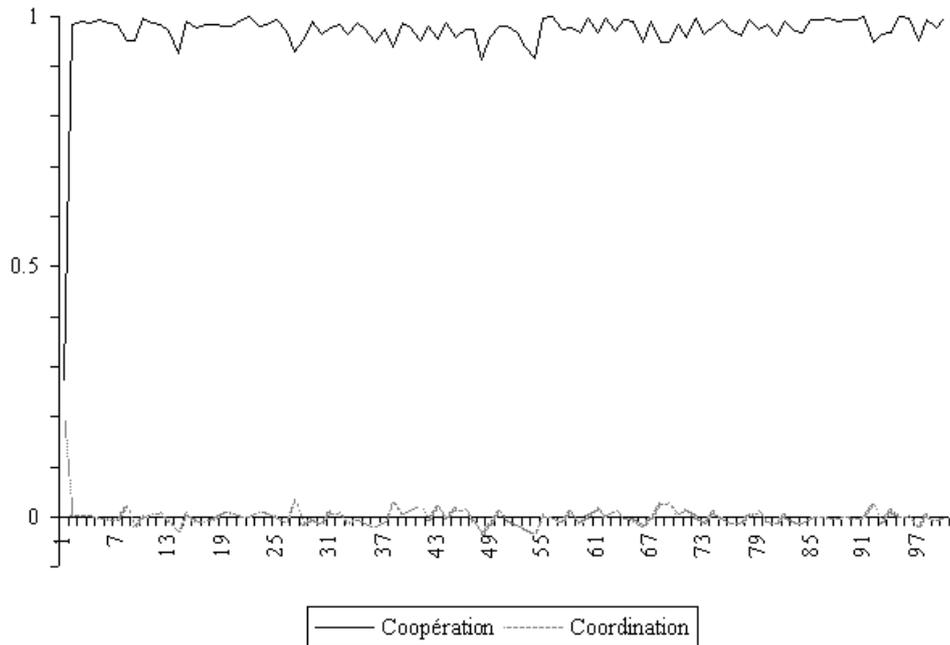
Figure 5.1 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel les 10 offreurs sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 1



L'indice de coopération, qui évalue la capacité des offreurs à profiter des avantages tirés d'une situation de cartel, se stabilise autour de la valeur 1 lors de la deuxième période de jeu : les offreurs sont très efficaces à extraire tout le surplus des échanges. L'indice de coordination, qui évalue la capacité des offreurs à rendre leurs politiques compatibles entre elles, se stabilise lui aussi autour de la valeur 0 : sur ce marché l'offre totale égalise la demande totale.

¹ La politique de l'issue de cartel sur le marché analysé a été calculée dans le paragraphe 1.1.2 du Chapitre 3. A cette issue affiche un prix de 2 et met en vente une quantité de quantité 85. Rapportée à l'issue de concurrence, cette politique devient : (1.54 ; 0.425).

Figure 5.2 Evolutions des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel les 10 offreurs sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 1



Les trois comportements suivants ont été conçus comme des comportements mixtes. Les joueurs s’approchent de l’issue de cartel seulement s’ils considèrent que l’environnement leur est favorable. En fonction du degré de d’« intelligence » du comportement, le signal attendu parvient soit de l’agent même (l’état de ses propres ventes à la période précédente, pour les types 2 et 3) soit du marché (l’existence d’un excès d’offre, pour le type 4)¹.

- Le coopératif de type 2

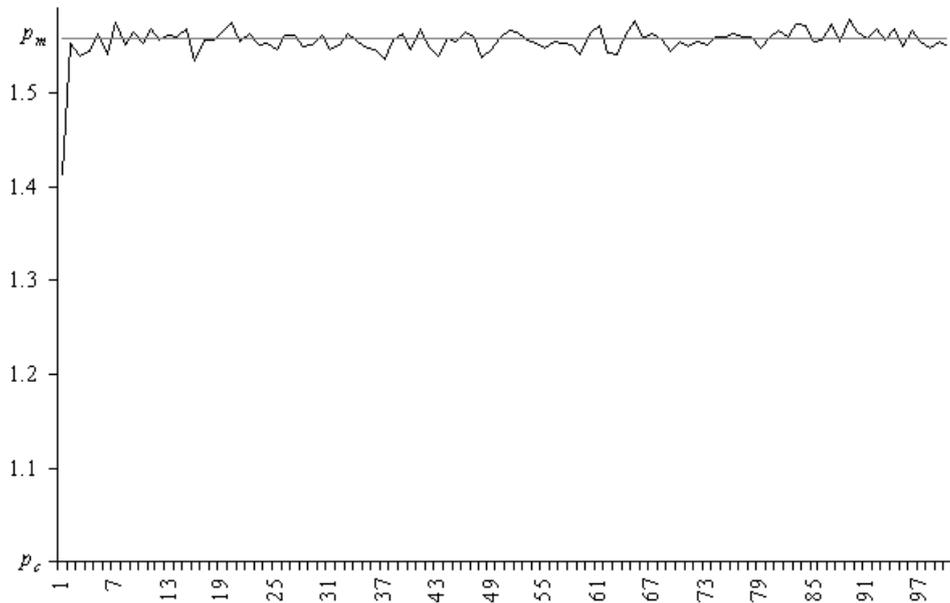
Un joueur *coopératif* de type 2 (Coop2) se déplace sur sa courbe de demande « fractionnelle », affichant un prix qui est une moyenne pondérée par le coefficient $k_{2,i,t}$ entre le prix qui correspond à l’issue de cartel et le prix qui correspond à l’issue concurrentielle ($1 - k_{2,i,t}$). La valeur du coefficient $k_{2,i,t}$ est fonction de la situation de ses ventes : s’il écoule la totalité des quantités produites, il augmente de 5% sinon il baisse de 5%.

$$\begin{aligned} \forall t, p_{i,t} &= k_{2,i,t} p_c + (1 - k_{2,i,t}) p_m \\ \text{si } R_{i,t-1} &\leq k_1 \%, k_{2,i,t} = 1,05 * k_{2,i,t-1} \\ \text{si } R_{i,t-1} &> k_1 \%, k_{2,i,t} = 0,95 * k_{2,i,t-1} \end{aligned} \quad (5.3)$$

¹ Tous les comportements qui apparaissent ici sont caractérisés par une mémoire de niveau 1, dans le sens où ils se fondent sur les résultats obtenus à la période précédente.

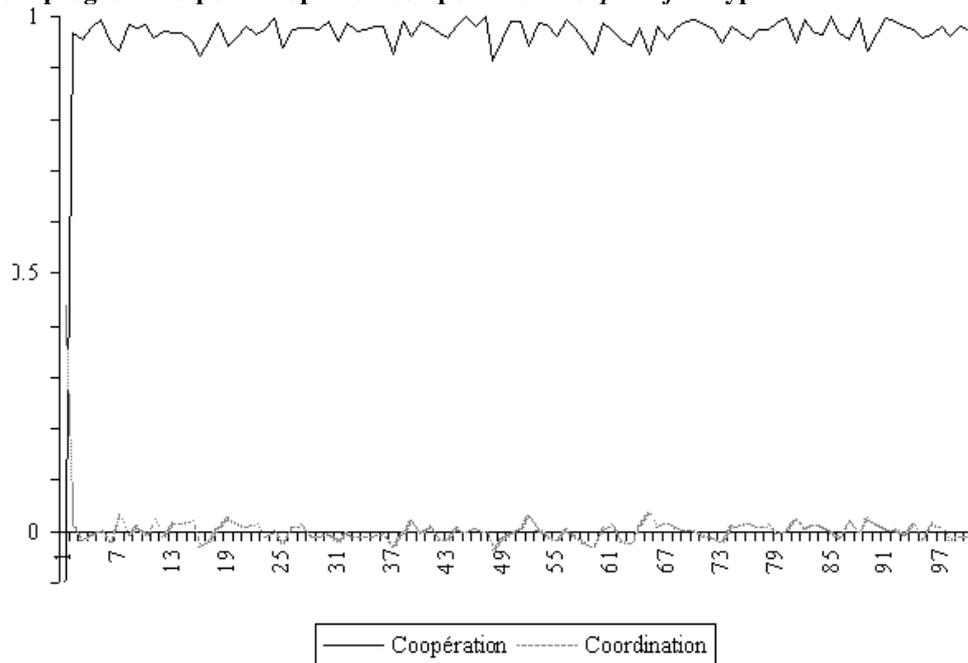
Sur un marché sur lequel tous les offreurs sont programmés pour adopter un comportement de ce type le prix moyen converge rapidement vers le prix de l'issue de cartel.

Figure 5.3 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel les 10 offreurs sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 2



Les indices de coopération et de coordination se stabilisent au voisinage de 1 et respectivement de 0. Les offreurs obtiennent des profits très élevés, proches du profit qu'obtiendrait un monopoleur. De plus, sur ce marché, il n'y a ni excès d'offre, ni de demande.

Figure 5.4 Evolutions des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel les 10 offreurs sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 2



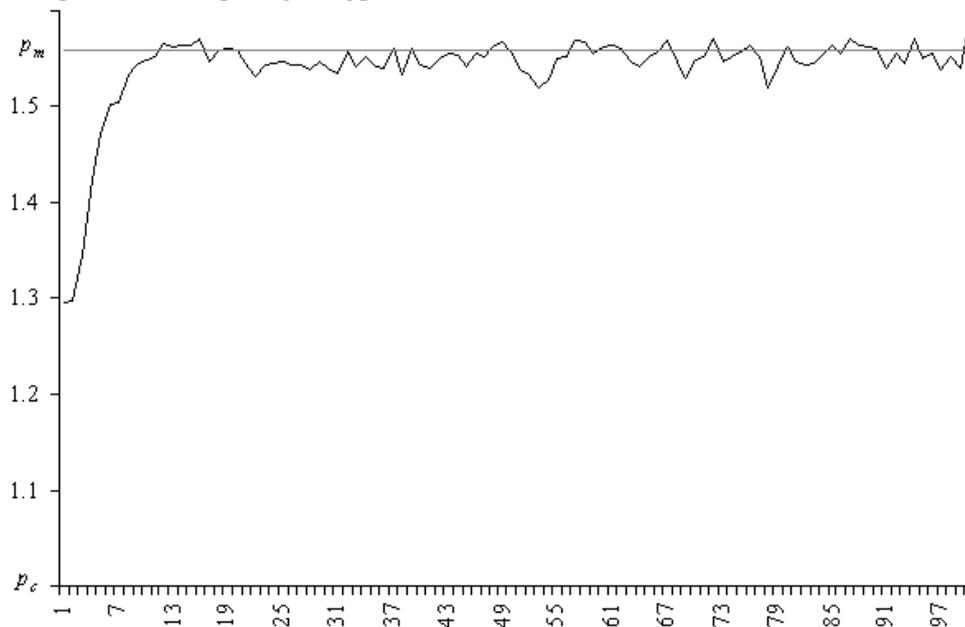
- Le coopératif de type 3

Le *coopératif* de type 3 (Coop3) augmente son prix par rapport à la période précédente lorsqu'il n'a pas subi de méventes. En revanche, lorsqu'il a subi une mévente, il se place en dessous du dernier prix auquel toutes les quantités produites ont été écoulées ($p_{R,t-1}^-$) tout en limitant sa production à sa demande fractionnelle à ce prix.

$$\begin{aligned}
 \forall t, \text{ si } R_{i,t-1} \leq k_1\%, \quad p_{i,t}^a &= (1 + k_2) p_{i,t-1}, \\
 &\text{ si } \pi^e(p_{i,t}^a) \geq \pi^e(p_{i,t-1}), \text{ alors } p_{i,t} = p_{i,t}^a \\
 &\text{ si } \pi^e(p_{i,t}^a) < \pi^e(p_{i,t-1}), \text{ alors } p_{i,t} = p_{i,t-1} \\
 \text{ si } R_{i,t-1} > k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1 - k_2) * p_{R,t-1}^-
 \end{aligned} \tag{5.4}$$

Le prix moyen observé sur ce marché converge lui aussi vers le prix de l'issue de cartel mais le temps nécessaire à ce que le prix moyen se stabilise est légèrement plus long : entre six et sept périodes.

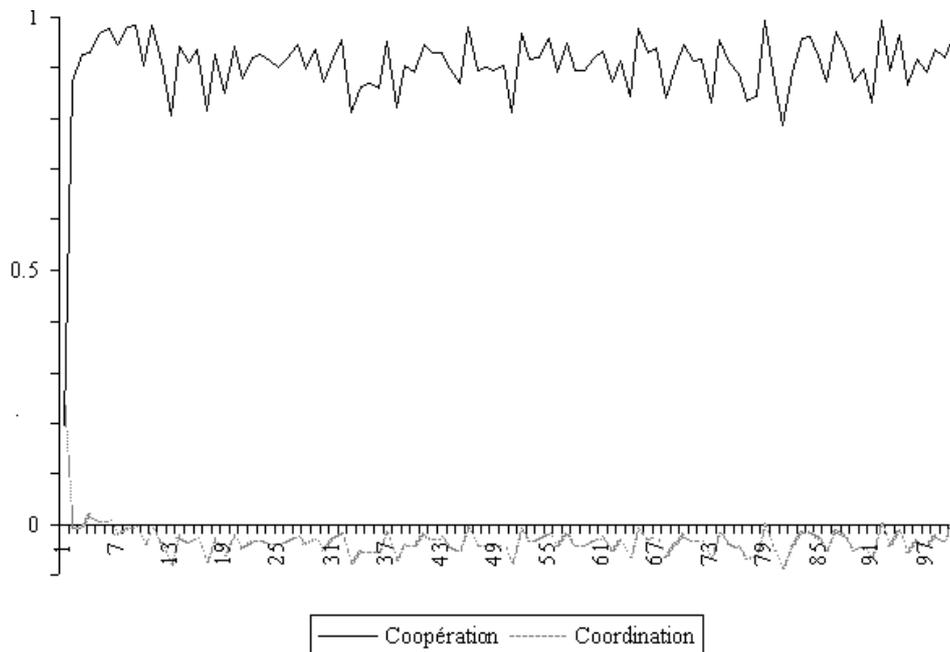
Figure 5.5 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel les 10 offreurs sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 3



L'indice de coopération sur ce marché fluctue autour d'une valeur proche de 0.9. Les offreurs ne profitent pas entièrement de leur position sur le marché. Les fluctuations de cet indicateur sont plus importantes que les fluctuations observées sur les deux marchés précédents. Les *coopératifs* de type 3, du fait de leur réactivité accrue par rapport à une situation de mévente, sont moins performants que les autres *coopératifs* programmés¹. De même, on observe que la coordination entre les offreurs est moins bonne que sur les deux marchés précédents : sur ce marché il subsiste un excès de demande par rapport à l'offre de l'ordre de 4%.

¹ La valeur du bruit utilisé ne semble pas modifier sensiblement la valeur moyenne de cet indice. Elle est de 0.9 lorsque l'écart type du bruit est de 2% et de 0.92 lorsque l'écart type du bruit est de 1%.

Figure 5.6 Evolutions des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel les 10 offreurs sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 3



- Le coopératif de type 4

Le comportement *coopératif* de type 4 (Coop4) est le plus évolué dans sa catégorie : il ne joue l'issue de cartel que s'il pense possible son succès (c'est-à-dire quand le niveau de l'excès d'offre est au plus faible¹) ; dans le cas contraire, il se replie sur la politique « prudente » (p_s , q_s).

$$\begin{aligned} \forall t, \text{ si } \bar{R}_{t-1} \leq k_1\%, p_{i,t} = p_m \\ \text{ si } \bar{R}_{t-1} > k_1\%, p_{i,t} = p_s \end{aligned} \quad (5.5).$$

Une politique prudente (ou de maximin) peut être employée dans une situation de forte incertitude concernant les politiques adoptées par les adversaires. Dans cette situation, l'offreur cherche à se protéger contre la pire éventualité. Or, le paradoxe de cette issue est justement là : si tous les vendeurs adoptent une stratégie prudente, la situation d'incertitude radicale est levée et il n'y a plus de raison de continuer à jouer cette stratégie puisqu'on peut anticiper ce que les autres jouent. Un joueur « rationnel » a plutôt intérêt à optimiser son

¹ Cet offreur ajuste sa politique en fonction du rationnement moyen du marché (\bar{R}_{t-1}). Cet indicateur est calculé comme le rapport entre les quantités totales invendues et les quantités totales produites.

profit sur la base de cette anticipation. Mais si un joueur raisonne de cette manière, tous les autres peuvent le faire aussi et on retourne à la situation de début, où l'incertitude sur les actions des adversaires est radicale. Le paradoxe évoqué n'enlève en rien à l'opportunité de la prise d'une telle décision. Au contraire, il renforce le recours à cette stratégie.

Pour un offreur i , la stratégie prudente consiste à calculer la politique « optimale » sous l'hypothèse que ses adversaires adoptent les politiques les plus défavorables. Le profit obtenu à cette issue est « garanti » dans le sens où, l'offreur est sûr de l'obtenir, quelles que soient les politiques adoptées par ses adversaires, à condition que ceux-ci ne produisent pas plus que les quantités qui résultent de l'égalisation du coût marginal au prix affiché. En revanche, un offreur prudent ne pourra pas profiter d'une situation plus favorable sur le marché car il ne peut pas obtenir plus que le profit associé à cette stratégie¹.

Pour déterminer cette stratégie il faut d'abord trouver, pour l'ensemble de prix, les situations les plus défavorables dans laquelle peut se trouver un offreur sur le marché. Concrètement, il s'agit de trouver le niveau de prix pour lequel l'agent se retrouve avec le moins de demande. On est ainsi amené à analyser les décisions des autres agents et surtout de chercher celles qui ont l'impact le plus défavorable sur l'agent i . La demande résiduelle qui s'adresse à l'offreur i est la plus faible lorsque tous les autres offreurs affichent le même prix (p) et mettent en vente les quantités les plus élevées, c'est à dire les quantités dont le coût marginal est égal au prix affichés². La quantité totale offerte par les autres $n-1$ joueurs au prix p est déterminée à partir de l'équation suivante :

$$O_{n-1}(p) = (n-1)q_{\max}(p) \quad (5.6).$$

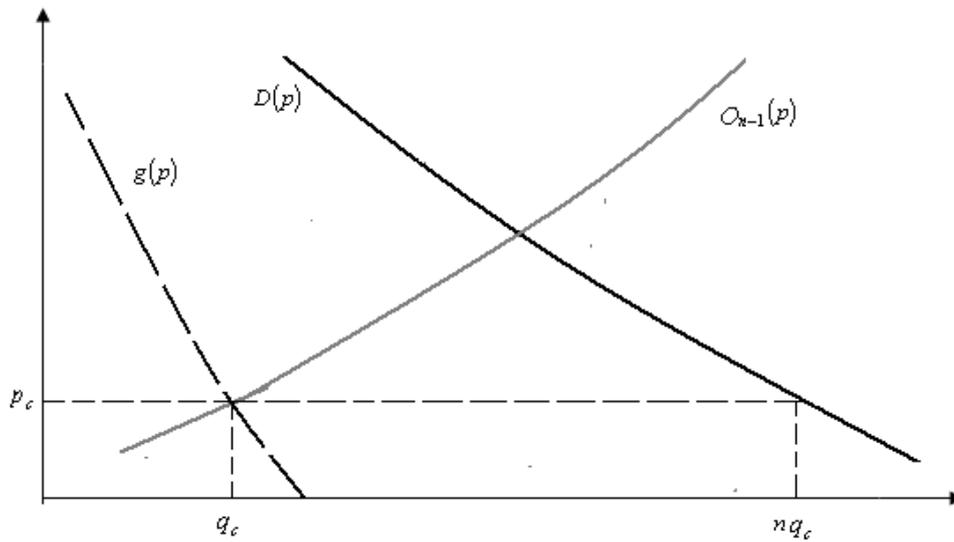
Le joueur i détermine sa demande résiduelle, c'est-à-dire les quantités qu'il pourrait écouler s'il était le dernier à servir le marché. Cette demande ($g(p)$), représentée sur la figure ci-dessous, se calcule de la manière suivante :

$$g(p) = D(p) - O_{n-1}(p) \quad (5.7).$$

¹ Ceci n'est pas le cas sur un marché à prix affichés et production sur commande, sur lequel un offreur peut profiter d'une conjoncture plus avantageuse, lorsque ses adversaires n'ont pas adopté les politiques les plus défavorables.

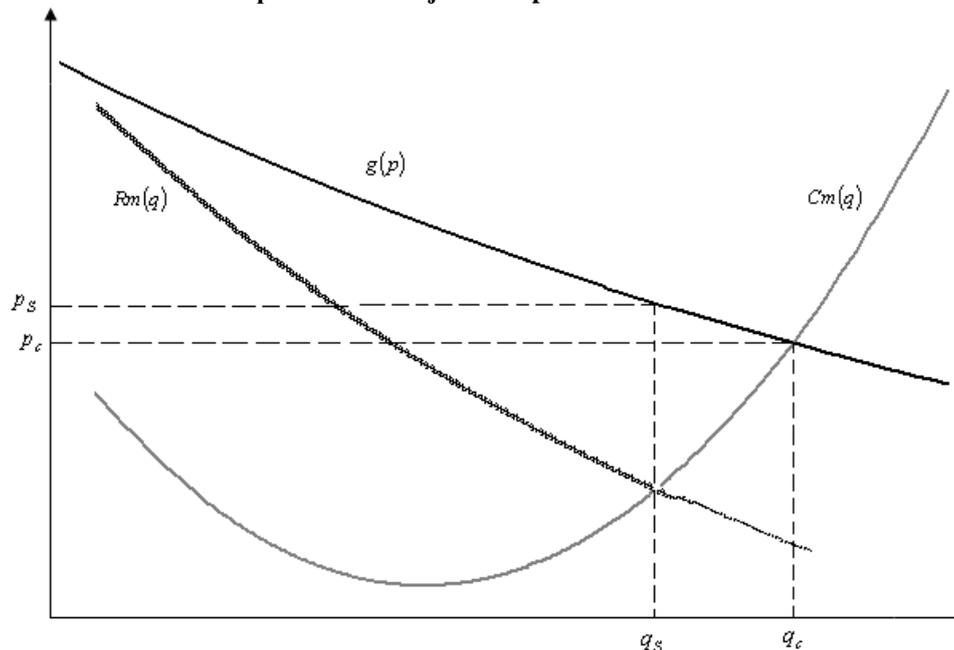
² Sans cette hypothèse de rationalité « faible » concernant les comportements adoptés par les autres offreurs, la demande résiduelle serait au voisinage de 0, quel que soit le prix.

Figure 5.7 Fonction de demande résiduelle



La stratégie prudente consiste à jouer le couple (prix, quantités) qui maximise le profit obtenu pour cette courbe de demande résiduelle. La quantité « optimale » (q_s) d'un joueur prudent se trouve à l'intersection de la recette marginale et de la courbe de coût marginal. Cette quantité est mise en vente au prix (p_s) le plus élevé possible (la fonction inverse de demande résiduelle pour la quantité « optimale »).

Figure 5.8 Solution du calcul d'optimisation du joueur « prudent »



Si tous les offreurs adoptent cette politique, alors la quantité totale mise en vente est plus faible que la quantité totale demandée. Une partie de la demande reste donc non servie. Le taux de rationnement de la demande est alors égal à :

$$T \text{ ratio demande} = \frac{D(p_S) - n q_S}{D(p_S)} \quad (5.8).$$

La position de la politique de l'issue prudente dépend de plusieurs facteurs dont le nombre d'offreurs sur le marché¹. Pour des conditions de production et de demande fixées, l'issue prudente est d'autant plus proche de l'issue concurrentielle que n est grand. Dans le tableau 5.1 apparaissent les différentes valeurs de cette politique en fonction de n .

Tableau 5.1 Différentes valeurs de l'issue de stratégie prudente en fonction du nombre de vendeurs sur le marché

n	Prix	Quantité	Profit	Taux de rationnement de la demande (en %)
5	1.01	0.92	1.15	6.25
10	1.006	0.96	1.16	3.22
20	1.005	0.98	1.15	1.25

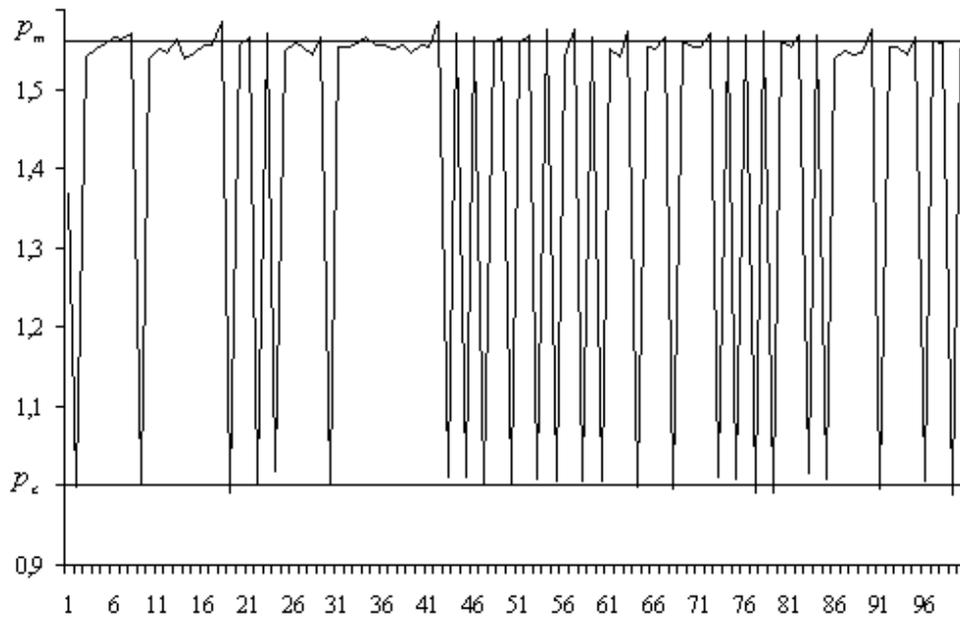
Rappel : toutes les valeurs qui apparaissent dans ce tableau sont rapportées aux valeurs de la politique de l'issue de concurrence. Le taux de rationnement de la demande est calculé sous l'hypothèse que tous les offreurs sur le marché adoptent la politique qui correspond à cette issue.

Lorsque les 10 offreurs sur un marché sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 4, l'évolution du prix moyen est différente des évolutions mises en évidence pour les trois autres comportements *coopératifs*. La plupart du temps (trois quarts du nombre total de périodes jouées) le prix moyen se trouve au niveau du prix de l'issue de cartel tandis que pendant les autres périodes il se trouve au voisinage du prix de l'issue de stratégie prudente (et de l'issue de concurrence du fait de la proximité entre ces deux issues²). L'issue qui résulte de l'interaction entre des offreurs adoptant un comportement *coopératif* de type 4 sera appelée une issue de prix stable avec des « incidents ».

¹ Les autres facteurs qui peuvent modifier la position de cette courbe sont : le coefficient d'élasticité de la courbe de demande et le coefficient d'élasticité de la courbe d'offre au prix. Pour une analyse qualitative et quantitative sur la position de l'issue prudente en fonction des deux facteurs, voir l'Annexe E.1.

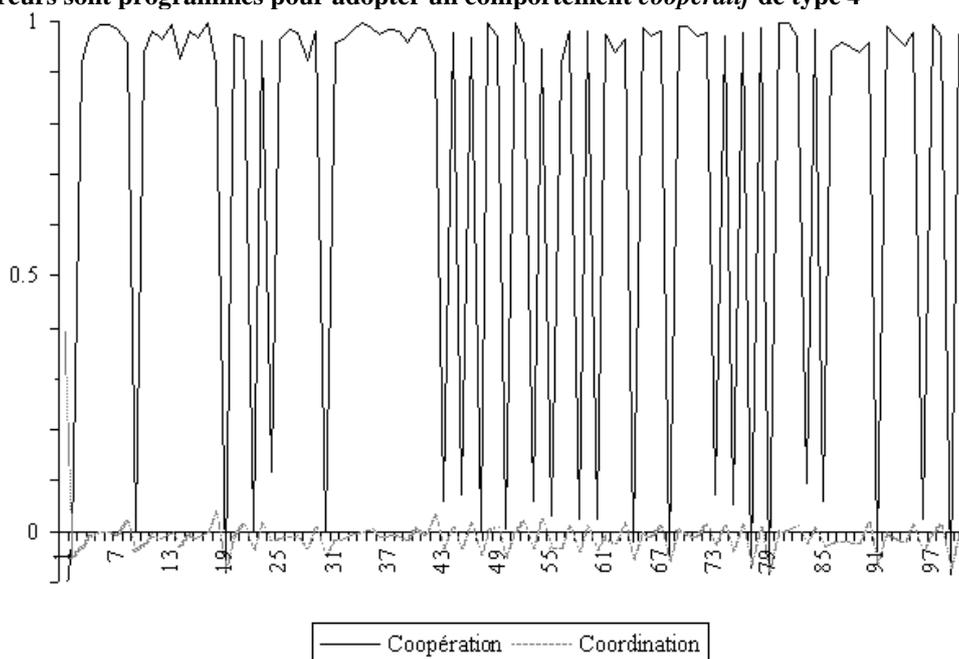
² Ces « incidents » se produisent lorsque le taux du rationnement moyen dépasse le seuil $k_2\%$ (fixé, pour ces simulations à 5%). La fréquence des incidents diminue lorsque la « rationalité » de ces agents s'améliore, c'est-à-dire lorsque le bruit qui affecte leurs décisions diminue. Par exemple, lorsque l'écart type du bruit est baissé à 1% (par rapport à 2% dans les autres simulations), le nombre d'incidents diminue de un quart (il passe de 25 à 17). On peut aussi réduire le nombre d'« incidents » en diminuant la valeur du seuil : les offreurs deviendraient ainsi moins réactifs à l'état global des ventes sur le marché.

Figure 5.9 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel tous les offreurs sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 4



L'indice de coopération sur ce marché suit une évolution similaire. Lors des périodes pendant lesquelles les offreurs affichent la politique de l'issue de cartel, l'indice de coopération est au voisinage de 1. Lors des périodes caractérisées par des « incidents », l'indice de coopération bascule à 0. L'indice de coordination ne subit pas les effets de ces incidents et il se stabilise au voisinage de 0 tout au long des périodes.

Figure 5.10 Evolutions de l'indice de coopération et de l'indice de coordination sur un marché sur lequel tous les offreurs sont programmés pour adopter un comportement *coopératif* de type 4



Pour assurer la solidité des résultats, chaque type d'interaction possible a été reproduit lors de 10 simulations différentes. Lorsque tous les offreurs sur le marché adoptent le même comportement *coopératif*, les marchés sont conduits vers l'issue de cartel. Lorsque les comportements adoptés sont de types 1, 2 ou 3, les transactions convergent vers l'issue de cartel et s'y stabilisent. Lorsque les offreurs adoptent le comportement *coopératif* de type 4 le processus de cartellisation subit quelques « incidents ».

Le processus de cartellisation est le plus avancé sur le marché sur lequel les offreurs adoptent un comportement *coopératif* de type 1 (comme on pouvait d'ailleurs s'y attendre) et sur le marché sur lequel les *coopératifs* sont de type 2¹. Les prix moyens affichés sur chacun de ces deux marchés sont significativement supérieurs aux prix moyens observés sur le marché sur lequel les offreurs adoptent tous un comportement *coopératif* de type 3, lesquels sont, à leur tour, supérieurs aux prix moyens observés sur le marché sur lequel les offreurs adoptent le comportement *coopératif* de type 4 (un résultat qui était aussi attendu en raison des « incidents » concernant les prix). Les valeurs des indices de coopération suivent le même ordre. Pour l'indice de coordination, on observe un inversement dans l'ordre des deux dernières places (ce résultat était aussi prévisible en raison du fait que sur le marché sur lequel

¹ Sur ces marchés, les prix moyens affichés pendant les 80 dernières périodes et les indices de coordination et de coopération moyens calculés pour ces périodes sont statistiquement égaux (avec un risque de se tromper de 5%).

les offreurs adoptent le comportement *coopératif* de type 3 il y a un excès de la demande totale de l'ordre de 4% à chaque période).

Si ce résultat était prévisible (car chaque comportement est construit pour maintenir l'issue de cartel), peut-on en dire autant du résultat de l'interaction entre les différents comportements *coopératifs* sur un même marché ? *A priori*, l'interaction entre des comportements *coopératifs* devrait également aboutir à la mise en place d'une issue de cartel. Les seuls obstacles qui pourraient s'ériger contre ce processus seraient les « accidents » (les rationnements) provoqués par le bruit...

1.1.2 Issues des interactions entre les comportements *coopératifs* sur le même marché : maintien de l'issue de cartel

Les interactions entre les différents comportements « *coopératifs* » sont étudiées dans deux cadres. Le premier est celui d'une série de duels entre les comportements. Le deuxième cadre est celui d'un tournoi, dans lequel trois comportements se rencontrent sur un même marché.

Les duels entre les comportements

Sur le même marché deux comportements s'affrontent à la fois, 5 automates pour chaque type de comportement. Pour assurer la solidité des résultats 10 marchés ont été réalisés pour chaque type d'interaction possible. Pour chaque marché on a calculé la moyenne et l'écart type des prix moyens affichés lors des 80 dernières périodes. On a calculé ensuite les moyennes et les écarts type moyens de ces indicateurs pour les 10 marchés. La même démarche a été suivie pour calculer les moyennes et les écarts type moyens des indices de coopération et de coordination.

Toutes les rencontres entre les *coopératifs* de type 1, 2 et 3 aboutissent à des issues stables situées au voisinage de l'issue de cartel. Les prix moyens observés sur ces marchés se stabilisent au voisinage du prix de l'issue de cartel (1.54). Les indices de coopération et de coordination se stabilisent au voisinage de 1 et respectivement au voisinage de 0. Les écarts types moyens sur ces marchés sont presque nuls.

Les autres rencontres, dans lesquelles le *coopératif* de type 4 est présent, aboutissent à des issues de cartel mais avec des « incidents » : les prix moyens, bien qu'ils se trouvent au

voisinage du prix de l'issue de cartel la plupart du temps, subissent des accidents pendant lesquels ils basculent au voisinage du prix de l'issue prudente.

Sur ces marchés, les prix moyens sont légèrement en dessous du prix de l'issue de cartel. L'indice de coopération n'atteint pas sa valeur maximale mais reste assez élevé : il est compris entre 0.85 et 0.9. En raison des incidents qui interviennent d'une manière assez brusque, l'écart type moyen de cet indicateur est assez élevés. La coordination entre les offreurs est très bonne et cet indicateur varie autour de 0, sans fluctuations¹.

Le tableau 5.2 présente ces données synthétiques recueillies sur les marchés sur lesquels les *coopératifs* se rencontrent entre eux.

Tableau 5.2 Caractérisation des issues de marché observées lors des interactions entre deux comportements *coopératifs*, présents sur le marché en parts égales

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			ecart type	écart type	écart type
Stabilisation à l'issue de cartel	Coop1	Coop2	1,56 0,01	0,97 0,02	0 0,02
	Coop1	Coop3	1,55 0,01	0,95 0,03	-0,02 0,02
	Coop2	Coop3	1,55 0,02	0,95 0,03	-0,02 0,02
Convergence à l'issue de cartel avec des "incidents"	Coop4	Coop1	1,49 0,16	0,85 0,21	0 0,02
		Coop2	1,5 0,15	0,87 0,2	-0,01 0,02
		Coop3	1,52 0,12	0,89 0,17	-0,02 0,02

Les tournois entre trois comportements

Une autre série de simulations été réalisée pour tester l'issue de marché observée lorsque trois comportements *coopératifs* différents se rencontrent, en proportions égales, sur le même marché. Comme on peut s'y attendre, toutes les interactions auxquelles participent les offreurs *coopératifs* de type 4 se soldent par la mise en place des issues de cartel avec des « incidents ». Le seul type de marché qui converge vers l'issue de cartel est le marché sur lequel les offreurs sont des *coopératifs* de type 1, 2 et 3. Le tableau 5.3 ci dessous présente les données obtenues lors de ces interactions.

¹ L'on peut établir une dominance statistique des prix moyens et des indices de coordination et de coopération observés sur les marchés qui se stabilisent à l'issue de cartel sur les mêmes indicateurs observés sur les marchés qui se soldent par une issue de cartel plus perturbée, avec des « incidents ».

Tableau 5.3 Caractérisation des issues de marché observées lors des interactions entre trois comportements *coopératifs*, présents sur le marché en parts égales

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Stabilisation à l'issue de cartel	Coop1	Coop2	Coop3	1,55 0,01	0,96 0,03	-0,01 0,02
	Coop1	Coop2	Coop4	1,49 0,13	0,87 0,17	0 0,02
Convergence à l'issue de cartel avec des "incidents"	Coop1	Coop3	Coop4	1,52 0,09	0,91 0,12	-0,01 0,02
	Coop1	Coop1	Coop1	1,54 0,06	0,94 0,09	-0,02 0,02

L'issue de cartel peut être observée sur un marché décentralisé si les offreurs comprennent qu'ils ne peuvent pas vendre plus que leurs demandes fractionnelles sans infliger des pertes à leurs adversaires. En revanche, l'extrême prudence des *coopératifs* de type 4 les empêche d'exploiter pleinement les opportunités offertes par l'issue de cartel. Quel que soit le type de l'issue de cartel qui s'installe sur ce marché (que ce soit une issue de cartel pur ou une issue de quasi-cartel), le cartel est maintenu par les offreurs sans que ceux-ci s'entendent explicitement sur cette issue. On peut donc, avec les moyens très limités offerts par un marché de concurrence, produire une issue de cartel, avec des offreurs tout à fait « raisonnables ». La question qui se pose, et qui sera traitée dans la section suivante est de savoir quelles sont les chances de survie de cette issue en présence d'offreurs plus agressifs...

1.1.3 Pas de « gagnants » des interactions entre des offreurs *coopératifs*

On compare le profit moyen obtenu par chaque comportement lors des rencontres auxquelles il participe. La base de notre classement est le profit moyen par période et pour tous les 10 marchés sur lesquels on a organisé chaque interaction. Pour réaliser ce classement, on a considéré qu'un comportement « bat » un autre si la différence entre les profits moyens est supérieure au profit théorique que l'on obtient en adoptant la politique de l'issue de concurrence.

Comme on pouvait s'y attendre, toutes les rencontres qui aboutissent à la mise en place durable de l'issue de cartel se soldent par des matchs nuls. Du point de vue des profits moyens obtenus par les offreurs sur ces marchés, ils obtiennent tous les profits « théoriques » de l'état

de cartel. Ce résultat vaut autant pour les rencontres de un contre un que pour la rencontre de un contre deux qui s'est soldée par cette issue.

Qu'en est-il, en revanche, des interactions auxquelles participent les *coopératifs* de type 4, la seule catégorie de joueurs qui est incapables de maintenir durablement l'état de cartel ? Sont-ils « pénalisés » pour leur extrême prudence ? Le différentiel entre les profits moyens obtenus par ces joueurs et les profits moyens obtenus par leurs adversaires, quel que soit le type d'interaction organisé, est dérisoire... Ainsi, on peut conclure que toutes les interactions entre des offreurs *coopératifs* se soldent par des matchs nuls !

1.2 Les « stratégiques »

Un comportement est dit « *stratégique* » s'il se propose de tirer le meilleur parti d'une situation donnée en essayant, le plus souvent, de prendre les autres à contre-pied. Le premier paragraphe présente les règles d'action de ces comportements et les issues qui apparaissent sur les marchés lorsque tous les offreurs adoptent le même type de comportement. Le deuxième paragraphe présente les issues auxquelles aboutissent les différentes interactions organisées entre des comportements *stratégiques* différents. Enfin, le troisième paragraphe présente les « gagnants » de ces interactions.

1.2.1 Présentations des comportements et des issues auxquelles aboutissent les interactions entre des offreurs du même type (apparition du cycle de prix à la Edgeworth et d'une issue « inefficente »)

Sur un marché à prix affichés, pendant les périodes de fort rationnement de l'offre, la politique de *meilleure réponse* consiste à proposer un prix légèrement plus faible que le dernier prix auquel toutes les quantités produites ont été écoulées et à produire la quantité « optimale ». Pendant les périodes de faible rationnement sur le marché, la politique de *meilleure réponse* consiste à réaliser une exploitation monopolistique de la demande contingente.

Deux de nos offreurs sont des « *stratégiques* » purs (le comportement de type 1 et le comportement de type 4) tandis que les deux autres (les comportements de type 2 et 3) sont

des « *stratégiques* » imparfaits car ils n'adoptent la politique de *meilleure réponse* que dans des situations spécifiques.

- *Le « stratégique » de type 1*

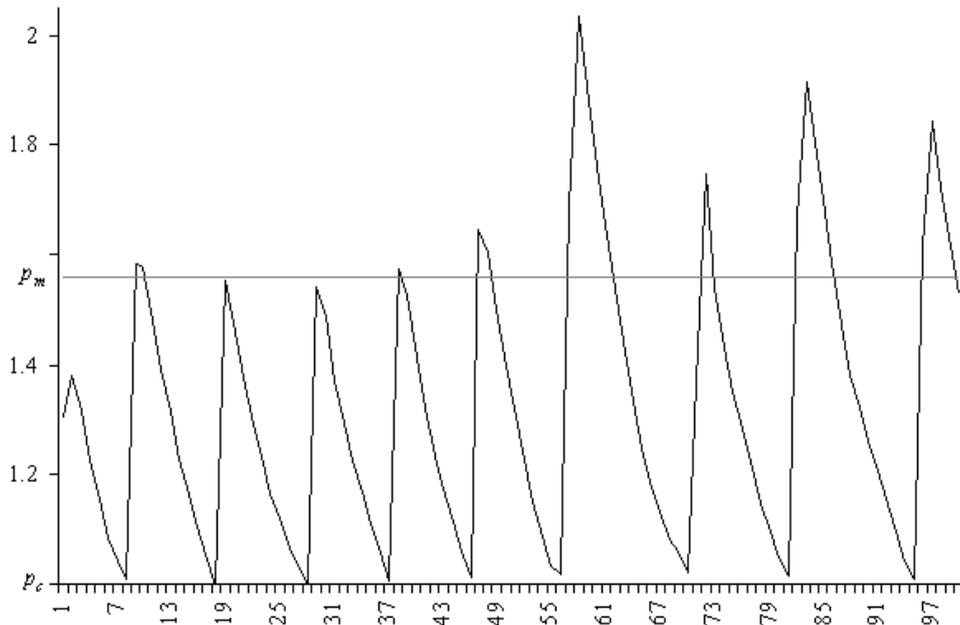
Le joueur « *stratégique* » de type 1 (Strat1) adopte une politique de *meilleure réponse* face aux décisions prises par ses adversaires **à la période précédente**. Son calcul d'optimisation est réalisé sous l'hypothèse que toutes les autres politiques ne sont pas modifiées par rapport à la **période précédente** ($t-1$). La politique qui en résulte est notée $(p_{MR,t-1}; q_{MR,t-1})$. Ce calcul peut conduire soit à pratiquer un prix plus faible que les prix pratiqués à la **période précédente**, en mettant en vente la quantité optimale à ce prix soit à remonter, lorsqu'il n'y pas d'inventus, vers le point de cartel, en limitant cette fois sa propre production.

$$\forall t, (p_{i,t}; q_{i,t}) = (p_{MR,t-1}; q_{MR,t-1}) \quad (5.9).$$

La figure 5.11 présente l'évolution du prix moyen sur un marché sur lequel s'affrontent 10 offreurs *stratégiques* de type 1. Sur ce marché le prix moyen décrit des cycles dont la borne limite inférieure est un prix situé au voisinage de l'issue de concurrence et dont la borne limite supérieure est un prix situé au voisinage de l'issue de cartel. On observe qu'au cours des 100 périodes le prix moyen réalise 9 boucles¹.

¹ Sans fétichiser ce résultat, ce nombre revient couramment sur les autres marchés du même type réalisés.

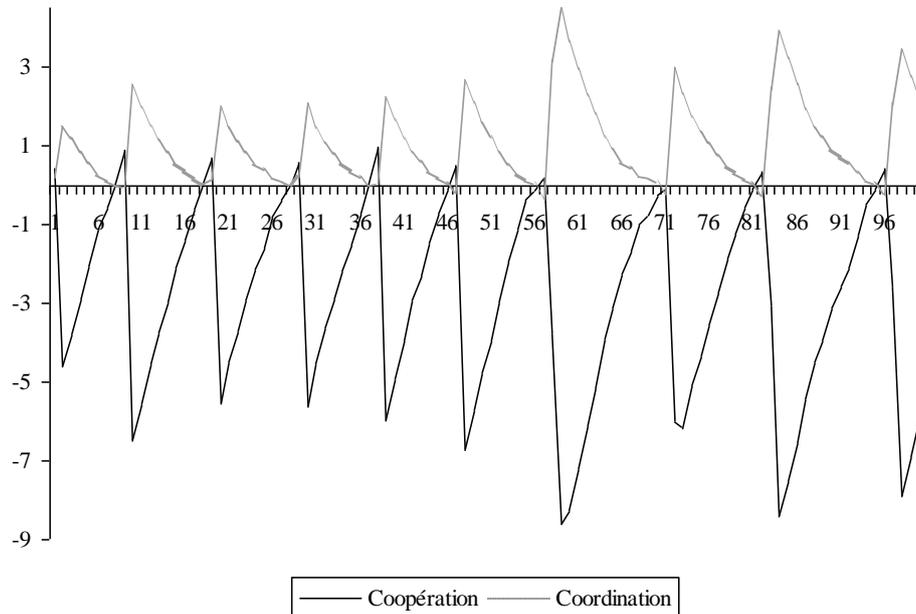
Figure 5.11 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel 10 offreurs *stratégiques* de type 1 se sont affrontés



La trajectoire de l'indice de coopération, représentée en noir sur la figure 5.12 est également en forme de cycle. Ce cycle est borné en haut par une valeur proche de 1 qui correspond aux périodes pendant lesquelles les offreurs affichent des politiques situées au voisinage de l'issue de cartel. La limite inférieure de ce cycle est située à un niveau très en dessous de 0 et correspond à la période pendant laquelle les offreurs essaient de prendre les autres à contre pied en affichant des prix situés en dessous du prix de l'issue de cartel et en produisant des quantités dont le coût marginal égalise le prix affiché.

Comme on peut s'y attendre, la trajectoire de l'indice de coordination, représentée en gris sur la figure 5.12 est également en forme de cycle. La borne limite inférieure du cycle est une valeur située au voisinage de 0 et cette valeur est enregistrée lors des périodes pendant lesquelles les offreurs affichent soit le prix de l'issue de concurrence, soit le prix de l'issue de cartel (ces deux périodes se succèdent et par conséquent on a le même nombre de boucles sur cette figure que sur les deux figures précédentes). La valeur limite supérieure est en général atteinte lors de la première période de la « guerre des prix », c'est-à-dire la phase du jeu pendant laquelle les joueurs essaient de se prendre à contre pied.

Figure 5.12 Evolutions de l'indicateur de coopération et de l'indicateur de coordination sur un marché sur lequel 10 offreurs *stratégiques* de type 1 se sont affrontés



Les deux comportements suivants sont des adaptations imparfaites de la politique de *meilleure réponse*.

- Le « *stratégique* » de type 2

Le *stratégique* de type 2 (Strat2) n'adopte la stratégie de *meilleure réponse* que lorsqu'il subit une mévente. Dans le cas contraire, il se contente de profiter du bon état des ventes pour augmenter son prix.

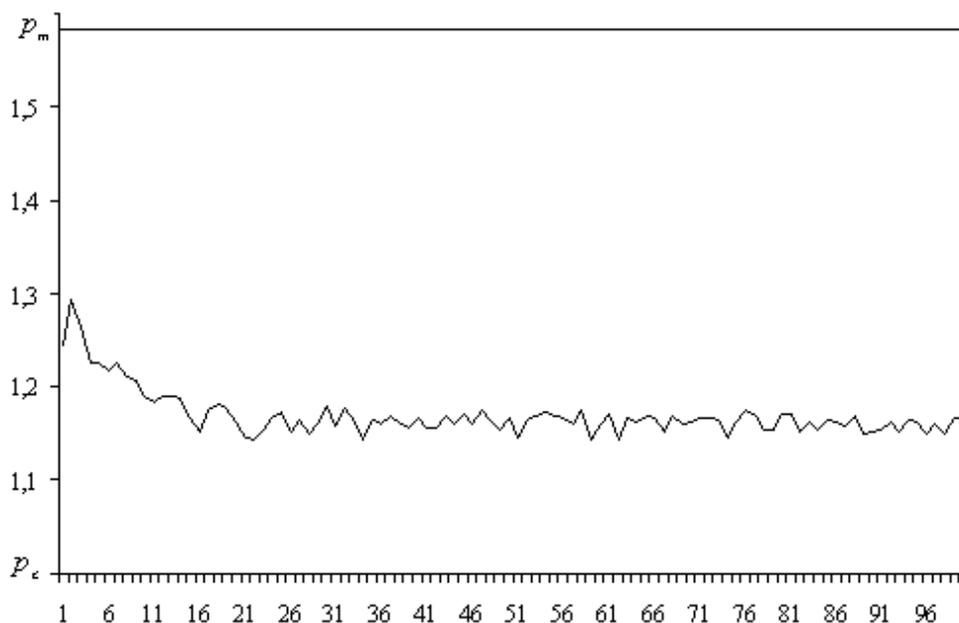
$$\begin{aligned} \forall t, \text{ si } R_{i,t-1} \leq k_1 \%, p_{i,t} &= (1+k_2)^* p_{i,t-1} \\ \text{si } R_{i,t-1} > k_1 \%, p_{i,t} &= P_{MR,t-1} \end{aligned} \quad (5.10).$$

La figure 5.13 présente l'évolution du prix moyen sur un marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement *stratégique* de type 2. Comme on peut le constater, le prix moyen oscille autour d'une valeur située au dessus du prix de l'issue de concurrence¹. Arrivés à ce prix, les *stratégiques* de type 2 ne peuvent décrocher, ni vers le prix de l'issue de concurrence (car le rationnement sur le marché n'est pas suffisamment élevé pour déclencher une baisse

¹ Le marché oscille autour d'un prix de 1.15. Ce même prix a été observé sur d'autres marchés du même type.

générale des prix), ni vers le prix de l'issue de cartel (car le rationnement persiste sur le marché).

Figure 5.13 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel 10 offreurs *stratégiques* de type 2 se sont affrontés

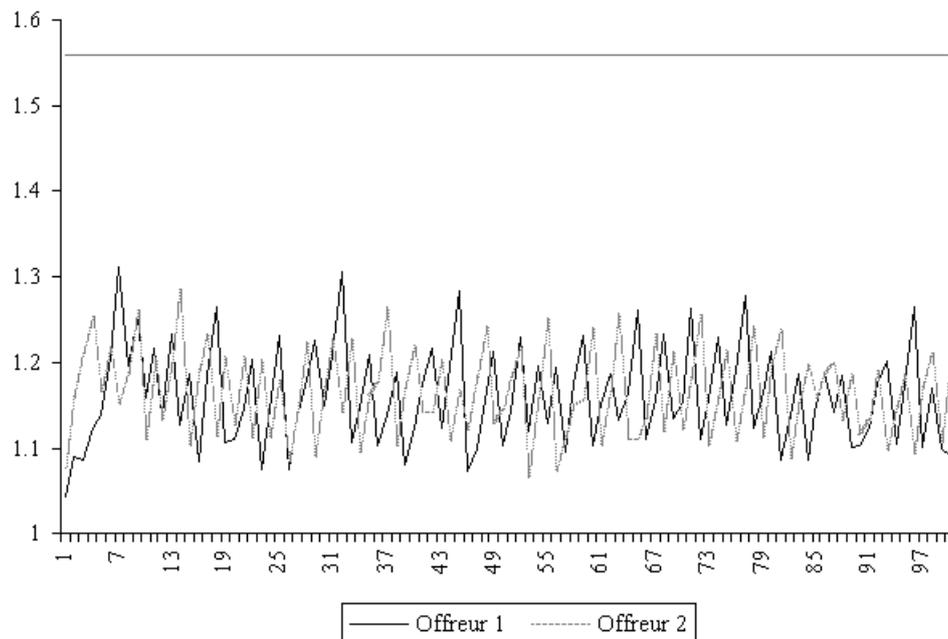


L'évolution du prix moyen constatée s'explique facilement par le côté imparfait du comportement adopté. Lorsqu'un offreur de ce type est rationné, il adopte une politique de *meilleure réponse* qui consiste, la plupart du temps, à baisser le prix en dessous du premier prix auquel toutes les quantités produites ont été écoulées à la période précédente. Lorsqu'au contraire, cet offreur n'est pas rationné il augmente son prix de 5%, ce qui l'expose au risque d'un rationnement à la période suivante. L'issue de ces interactions est la formation d'un mouvement oscillatoire entre les offreurs qui sont rationnés à une période et les autres qui écoulent toutes les quantités mises en vente et dont les rôles respectives s'inversent lors de la période suivante. Pour un observateur extérieur au marché il semblerait que le prix moyen reste constant tandis que du point de vue d'un offreur quelconque, le prix affiché décrit un cycle mais d'une ampleur très faible¹. Pour illustrer ce phénomène, sur la figure ci-dessous sont représentées les évolutions des prix moyens des deux offreurs sur ce marché. L'issue qui résulte de cette interaction, qui n'est profitable ni aux offreurs (car leurs profits collectifs sont

¹ Le même type d'évolution a été observé sur un marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement de type « raisonnable » dont les règles d'action ont été obtenues après l'analyse économétrique des données expérimentales.

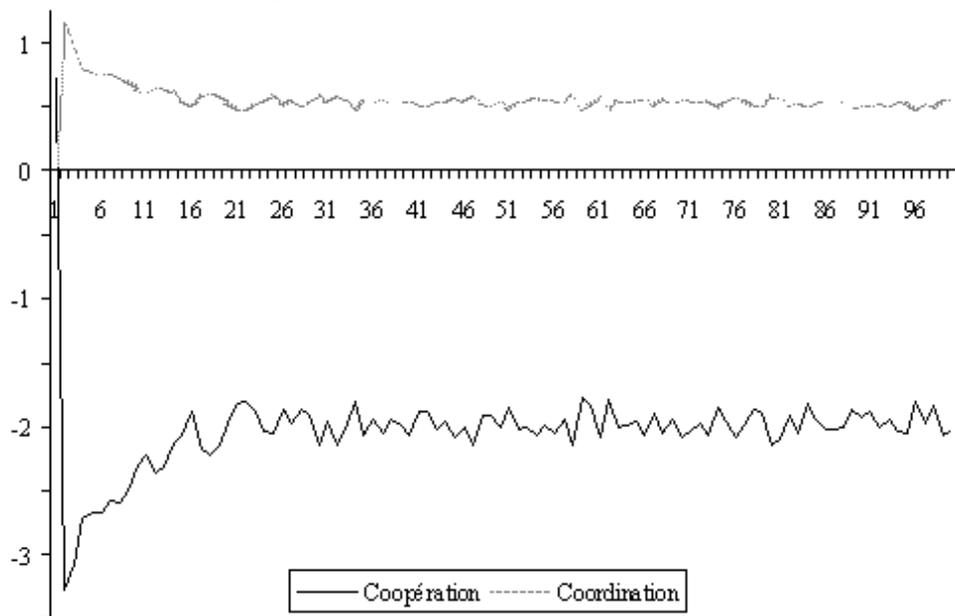
négatifs), ni aux acheteurs (car le prix du marché est au dessus du prix de l'issue de concurrence) sera appelée issue « inefficente ».

Figure 5.14 Evolutions des prix affichés par deux offreurs qui adoptent un comportement *stratégique* de type 2



Les offreurs sur ce marché se montrent incapables de se rapprocher du point de cartel. L'indice de coopération enregistre des valeurs négatives tout au long des périodes. Les politiques adoptées étant incompatibles entre elles, il subsiste un excédent de l'offre par rapport à la demande totale. Les évolutions des indicateurs de coopération et de coordination sont représentées sur la figure ci-dessous, respectivement en noir et en gris.

Figure 5.15 Evolutions de l'indicateur de coopération et de l'indicateur de coordination sur un marché sur lequel 10 offreurs *stratégiques* de type 2 se sont affrontés



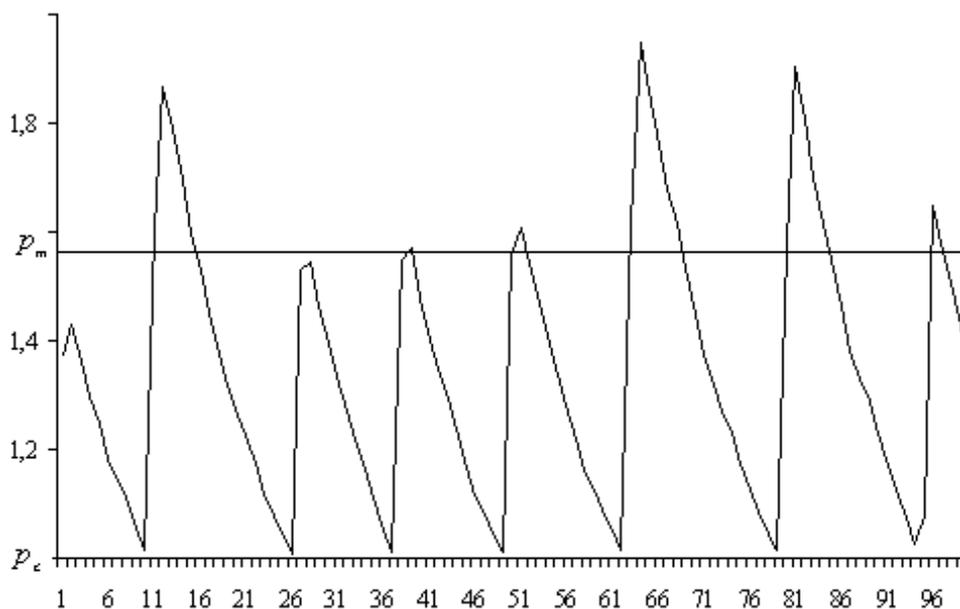
- Le « *stratégique* » de type 3

Le « *stratégique* » de type 3 (Strat3) procède à l'inverse : il adopte la politique de *meilleure réponse* lorsqu'il ne subit pas de mévente et baisse son prix dans le cas contraire.

$$\begin{aligned} \forall t, \text{ si } R_{i,t-1} \leq k_1\%, p_{i,t} &= p_{MR,t} \\ \text{si } R_{i,t-1} > k_1\%, p_{i,t} &= p_{i,t} = (1-k_2) * p_{i,t-1} \end{aligned} \quad (5.11).$$

L'évolution du prix moyen sur un marché sur lequel tous les offreurs sont des *stratégiques* de type 3 fait réapparaître les cycles à la Edgeworth dont l'ampleur est similaire à celles des cycles observés sur le marché sur lequel tous les offreurs était des *stratégiques* de type 1. Cependant, la vitesse de succession des cycles sur ce marché est plus faible : au cours de 100 période on observe seulement 7 boucles contre 9.

Figure 5.16 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *stratégiques* de type 3

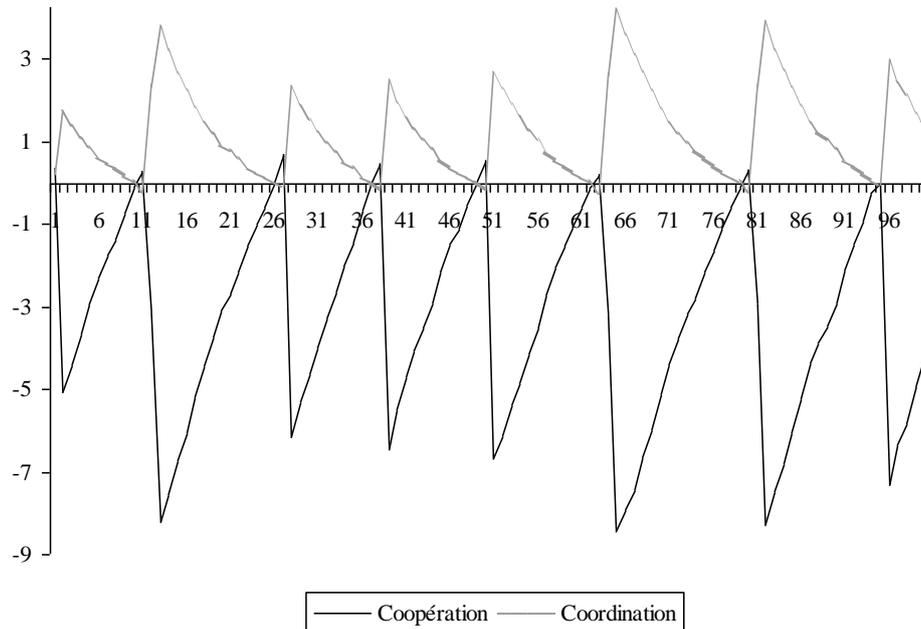


Lorsque les offreurs adoptent ce type de comportement, ils se comportent, finalement, comme des *stratégiques* de type 1. Ce résultat était assez prévisible : lors des situation pendant lesquelles ces offreurs subissent des méventes, ils adoptent un comportement myope de baisse du prix. Or, ce type d'action est très semblable à la politique qui résulterait d'un calcul de *meilleure réponse* que réaliserait le *stratégique* de type 1¹. En revanche, lors des périodes pendant lesquelles le *stratégique* de type 3 écoule toutes les quantités produites, il adopte pour la période suivante le même comportement que le *stratégique* de type 1.

Les évolutions des indicateurs de coopération et de coordination suivent des trajectoires en forme de cycle. Les périodes pendant lesquelles l'indicateur de coopération atteint une valeur maximale, l'indicateur de coordination atteint aussi un très bon niveau, étant proche de 0. Inversement, lors des périodes pendant lesquelles les politiques sont incompatibles entre elles, les profits totaux des offreurs sont aux plus bas.

¹ La seule différence entre les deux politiques est que le *stratégique* de type 1 réalise un calcul plus élaboré qui l'amène à chercher le meilleur prix en dessous du premier prix non rationné tandis que le *stratégique* de type 3 se contente de baisser son propre prix de 5%.

Figure 5.17 Evolutions de l'indicateur de coopération et de l'indicateur de coordination sur un marché sur lequel 10 offreurs *stratégiques* de type 3 se sont affrontés



- Le « *stratégique* » de type 4

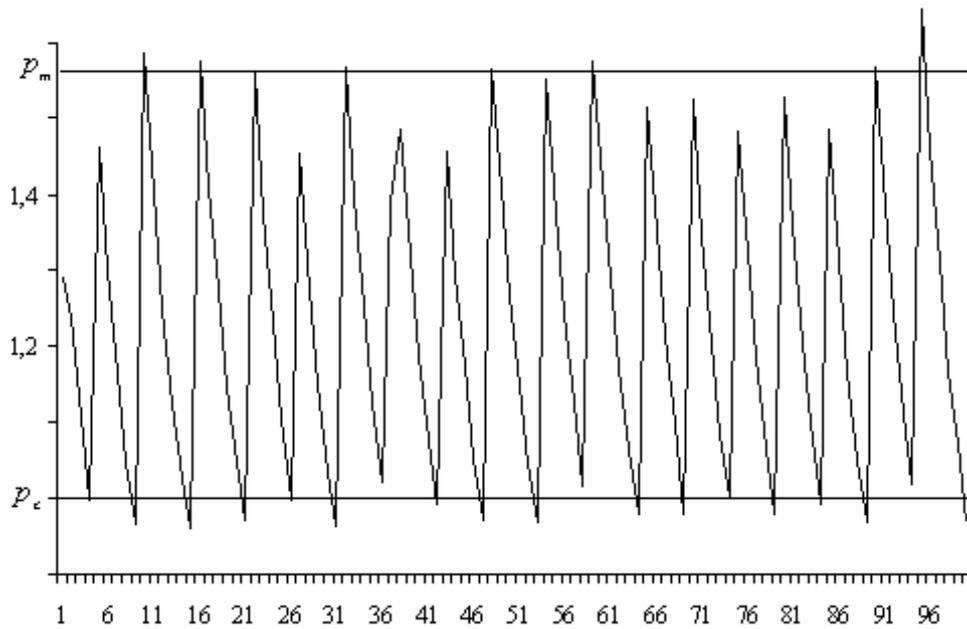
Le « *stratégique* » de type 4 (Strat4) adopte quant à lui une version améliorée de la stratégie de *meilleure réponse* : il retient en effet la *meilleure réponse* qu'il pourrait opposer à la situation qui résulterait de l'adoption par tous ses adversaires de la stratégie de type 1. Ce comportement introduit donc un niveau de spéculation de niveau 1 dans les conjectures.

$$\forall t, (p_{i,t}; q_{i,t}) = (p_{MRA,t}; q_{MRA,t}) \quad (5.12).$$

avec $(p_{MRA,t}; q_{MRA,t})$ calculée sous l'hypothèse que chacun des concurrents adoptera à la période t sa politique de *meilleure réponse*.

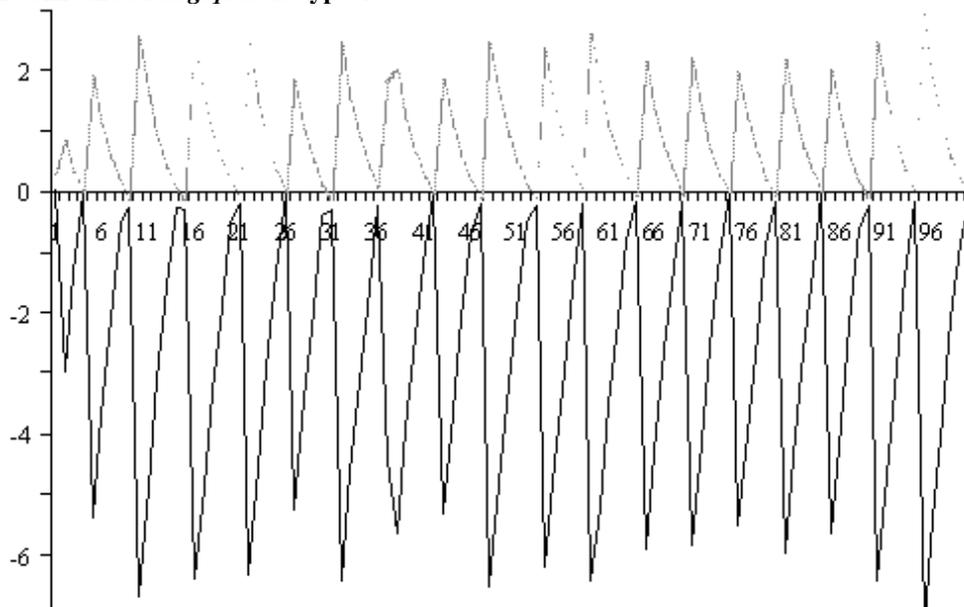
Comme on peut s'y attendre, le prix moyen sur ce marché suit une évolution en forme de cycle à la Edgeworth. Par rapport au marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement *stratégique* de type 1, la vitesse de succession des cycles est plus rapide. Les *stratégiques* de type 4 anticipent les politiques de leurs adversaires et accélèrent ainsi le processus.

Figure 5.18 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *stratégiques* de type 4



Les indicateurs de coopération et d'évolution suivent également des trajectoires en forme de cycle. Leurs évolutions respectives sont représentées sur la figure ci dessous.

Figure 5.19 Evolutions des indicateurs de coopération et de coordination sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *stratégiques* de type 4



Lorsque tous les offreurs sur le marché sont programmés pour adopter l'un des comportements *stratégiques* présentés, le marché est conduit soit vers une issue en forme de

cycle, soit vers une issue « inefficente ». Lorsque les comportements adoptés sont de type 1, 3 ou 4, ce cycle correspond au cycle edgeworthien, borné en bas par le prix de l'issue de concurrence et en haut par le prix de l'issue de cartel. Lorsque les automates sont programmés pour adopter le comportement *stratégique* de type 2, le prix du marché est presque stable même si l'on peut voir des oscillations de faible ampleur autour d'une valeur située au dessus du prix de l'issue de concurrence.

Sur les marchés pour lesquels on voit apparaître des issues cycliques à la Edgeworth, l'offre excède fortement la demande totale (cet écart est plus élevé que sur les marchés quasi stables)¹. Les prix moyens affichés sur le marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement *stratégique* de type 4 sont statistiquement plus élevés que les prix moyens affichés sur le marché sur lequel tous les offreurs sont des *stratégiques* de type 1 qui sont, à leur tour, plus élevés que les prix moyens affichés sur un marché sur lequel les offreurs adoptent un comportement *stratégique* de type 3 (avec un risque de se tromper de 5%). Les prix moyens les plus faibles sont observés sur le marché sur lequel les offreurs adoptent un comportement *stratégique* de type 2.

1.2.2 Issues des interactions entre les comportements « *stratégiques* » sur le même marché : le cycle de prix edgeworthien et l'issue « inefficente »

Pour étudier les issues qui résultent de l'interaction entre les quatre comportements stratégiques programmés, nous avons organisé d'abord une série de duels et ensuite une série de tournois avec trois comportements sur le même marché.

¹ Le test dérivé de Student montre que les distributions des indices de coopération et de coordination sont significativement supérieures (avec un risque de se tromper de 5%) sur ces marchés par rapport au marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement *stratégique* de type 2.

Les duels entre les comportements

Si ces comportements s'affrontent en tournoi, sur une base de un contre un¹, on observe qu'il y a deux types d'issues possibles. Lorsque les offreurs adoptent des comportements parmi les *stratégiques* de types 1, 3 ou 4, les prix moyens évoluent selon une trajectoire en forme de cycle. Sur ces marchés, les indices de coopération et de coordination suivent également une trajectoire en forme de cycle. Les écarts type des valeurs moyennes enregistrées par ces indicateurs sont très élevés. L'ampleur des cycles et la vitesse des successions des cycles peuvent être différentes en fonction du comportement des offreurs qui participent sur les marchés.

Le deuxième type d'issue observée est une issue de prix quasi-stable : le prix moyen varie avec une ampleur assez faible autour d'un prix situé au dessus du prix de l'issue de concurrence. Cette issue a été observée sur tous les marchés sur lesquels une partie des offreurs ont adopté un comportement *stratégique* de type 2. Elle se caractérise par des valeurs négatives pour l'indice de coopération et des valeurs positives pour l'indice de coordination.

Le tableau ci-dessous présente les données synthétiques qui caractérisent chaque type d'interaction.

Tableau 5.4 Caractérisation des issues de marché observées lors des interactions entre deux comportements *stratégiques*, présents sur le marché en parts égales

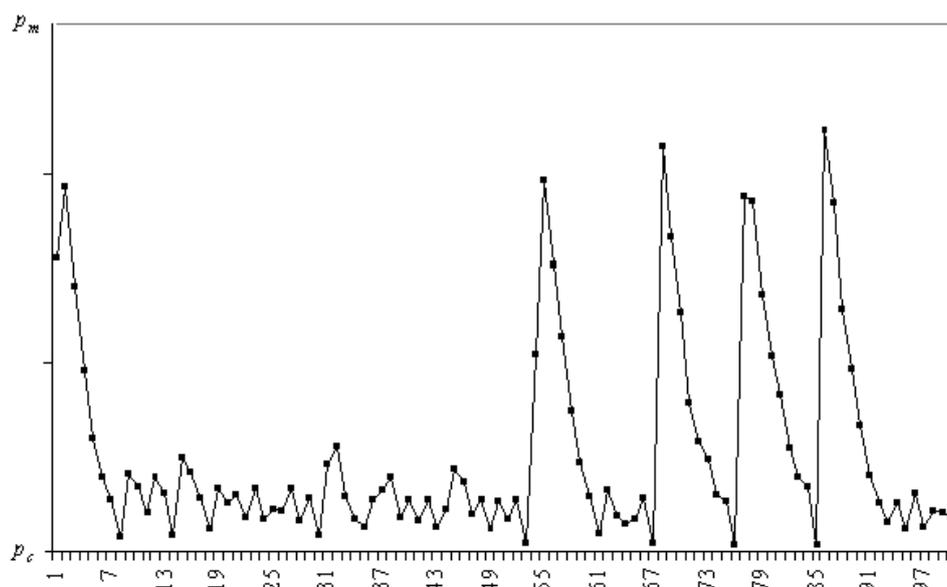
Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Cycle de prix à la Edgeworth	Strat1	Strat3	1,31 0,32	-2,8 2,37	1,02 1,06
		Strat4	1,24 0,25	-2,32 1,76	0,76 0,65
	Strat3	Strat4	1,18 0,2	-1,88 1,42	0,62 0,51
Issue inefficente	Strat2	Strat1	1,09 0,08	-1,01 0,7	0,27 0,24
		Strat3	1,07 0,02	-0,84 0,22	0,21 0,06
		Strat4	1,07 0,06	-0,82 0,48	0,22 0,16

¹ La même démarche a été suivie ici que celle utilisée pour étudier les issues des interactions entre des comportements *coopératifs* : sur le même marché 5 offreurs adoptent l'un des comportements *stratégiques* présentés rencontrent 5 offreurs adoptant tous un autre des comportements *stratégiques*. Pour chaque type d'interaction possible, 10 marchés différents ont été simulés.

Les tournois avec trois comportements

Lorsque trois comportements *stratégiques* s'affrontent sur le même marché, la plupart des interactions sont du type « cycle de prix à la Edgeworth ». La seule exception est le marché sur lequel s'affrontent les *stratégiques* de type 1, les *stratégiques* de type 2 et les *stratégiques* de type 4 et qui aboutit à une issue en forme de cycle « hésitant ». Sur ce marché, les deux phases, de prix très faible et de prix très élevé, ne se suivent pas immédiatement. En effet, comme on peut le voir sur la figure ci-dessous, le prix moyen connaît quelques « hésitations » avant de basculer vers le prix de l'issue de concurrence. Ces périodes d'hésitation sont dues au fait que les offreurs *stratégiques* de type 2 continuent à subir des méventes ce qui retarde le moment où les deux autres comportements basculent vers la politique de l'issue de cartel.

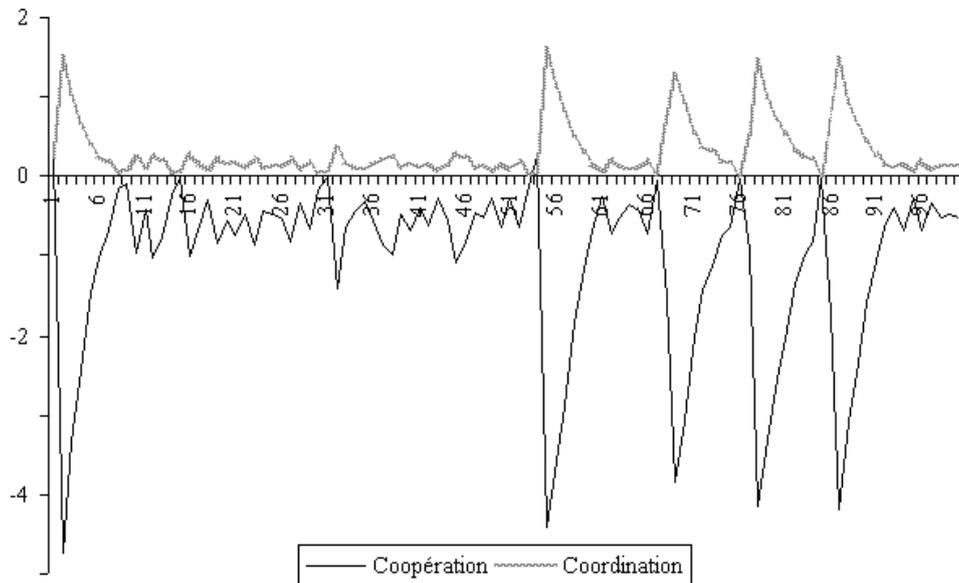
Figure 5.20 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel se sont affrontés les *stratégiques* de types 1, 2 et 4



Les indices de coopération et de coordination observés sur ce marché suivent des évolutions semblables. Pendant les périodes de la « guerre de prix » l'indice de coopération est négatif tandis que l'indice de coordination est positif. La période qui précède le basculement des prix vers le prix limite supérieur, ces deux indicateurs sont tous les deux nuls. Ils sont négatifs la période d'après¹.

¹ Cette évolution est différente de celle qui avait été mise en évidence sur le marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement stratégique de type 1. Cette modification de la trajectoire s'explique par le fait que les

Figure 5.21 Evolutions des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel se sont affrontés les *stratégiques* de types 1, 2 et 4



Le tableau 5.5 présente les données synthétiques sur les 4 marchés qui résultent des interactions entre trois comportements *stratégiques*.

Tableau 5.5 Caractérisation des issues de marché observées lors des interactions entre trois comportements *stratégiques*, présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Cycle de prix à la Edgeworth	Strat1	Strat3	Strat4	1.23 0.24	-2.3 1.82	0.76 0.68
	Strat1	Strat2	Strat3	1.22 0.22	-2.25 1.9	0.74 0.72
	Strat2	Strat3	Strat4	1.12 0.14	-1.27 1.16	0.39 0.4
Cycle de prix avec des "hésitations"	Strat1	Strat2	Strat4	1.07 0.09	-0.71 0.76	0.2 0.28

offreurs de type 4 « dévient » de la politique de l'issue de cartel et infligent des pertes aux stratégiques de type 1. Pour eux, la guerre des prix commence une période plus tôt.

1.2.3 Le *stratégique* de type 4, le meilleur comportement de sa famille

Le gagnant de ces rencontres est le *stratégique* de type 4 qui remporte tous les duels auxquels il participe. En ce qui concerne les rencontres à trois, ce comportement est soit le gagnant absolu, soit il partage la première place avec le *stratégique* de type 1 (lorsqu'ils rencontrent ensemble le *stratégique* de type 2)¹.

Le *stratégique* de type 1 occupe la deuxième place dans ce classement. Il gagne tous les duels, sauf celui contre le *stratégique* de type 4. A l'issue des tournois à trois, ce comportement finit soit premier (contre les *stratégiques* de type 2 et 3) soit à égalité avec le *stratégique* de type 4, soit deuxième (derrière le *stratégique* de type 4 et devant le *stratégique* de type 3).

Le *stratégique* de type 3 occupe la troisième place. Il ne gagne qu'un seul duel, contre le *stratégique* de type 2, et finit dernier quels que soient ses adversaires dans les tournois à trois. Enfin, le dernier dans ce classement est le *stratégique* de type 2. Celui-ci ne gagne sur aucun marché (il réussit un seul exploit qui est d'occuper la deuxième place sur un marché sur lequel le *stratégique* de type 4 gagne et le *stratégique* de type 3 finit dernier). Ce résultat est cohérent avec le fait que ce comportement était le moins « intelligent » dans sa catégorie².

Il semblerait, d'après ce classement que, pour que les comportements *stratégiques* de types 1, 3 et 4 puissent être performants, ils doivent se trouver sur le même marché en proportion très faible ! Dans le cas contraire, ils risquent de subir eux-mêmes les conséquences de leurs actions prédatrices.

1.3 Les « preneurs de prix »

Les « preneurs de prix » sont des offreurs qui partagent tous la croyance que la politique qui serait optimale sur un marché centralisé serait aussi optimale sur un marché à prix affichés et production anticipée. Ces agents partent du principe que l'interaction des offreurs dégagera un

¹ Il est rassurant de constater que ce comportement se hisse à la tête du classement car, dans sa catégorie il est le plus « intelligent ».

² Il est aussi un peu surprenant car sur le marché sur lequel tous les offreurs avait adopté le comportement *stratégique* de type 2 l'indice de coopération était le moins mauvais par rapport aux autres marchés. On peut conclure que les *stratégiques* de type 2 représente un bon terrain d'exploitation pour les comportements plus agressifs.

prix de marché, sur lequel aucun agent ne peut peser et que la seule réponse rationnelle est de s'y adapter au mieux en égalisant le coût marginal de la quantité produite, au prix dont on anticipe l'apparition sur le marché. Quel que soit le prix $p_{i,t}$ affiché par le joueur i à la période t , la quantité offerte ($q_{i,t}$) est donnée par l'équation suivante :

$$\forall t, p_{i,t} = Cm(q_{i,t}) \rightarrow q_{i,t} = q_0 + \sqrt{\frac{p_{i,t} - b}{a}} \quad (5.13).$$

avec a , b et q_0 des paramètres de calibrage du modèle de marché, définis dans le paragraphe 1.1.1 du Chapitre 3.

Le premier paragraphe présente les règles d'action des quatre comportements programmés et les issues auxquelles aboutissent les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent le même type de comportement. Le deuxième paragraphe présente les issues qui résultent des interactions entre des comportements différents. Enfin, le dernier paragraphe présente les « gagnants » de ces rencontres.

1.3.1 Présentation des comportements et des issues auxquelles aboutissent les interactions entre des offreurs du même type : (re-)apparition de l'issue concurrentielle et de l'issue « inefficente »

Les quatre comportements dérivés de ce paradigme ont en commun la règle suivant laquelle ils établissent les quantités produites en égalisant le coût marginal au prix. Ils se différencient entre eux par la façon dont ils déterminent leur prix d'offre. Ces comportements sont présentés ici par ordre croissant de leur degré de complexité. Le premier comportement est un comportement « pur », qui ne déroge pas de sa règle d'action, quelle que soit la situation constatée sur le marché. Les deux comportements suivants (de type 2 et de type 3) tentent de réaliser une sorte de tâtonnement walrasien en se guidant uniquement en fonction de leurs informations privées. Le dernier comportement dans cette catégorie est un comportement qui, pour maximiser son profit, se sert des informations recueillies au niveau global du marché. Ce comportement intègre dans son fonctionnement le mode opérationnel d'un commissaire priseur sur un marché centralisé.

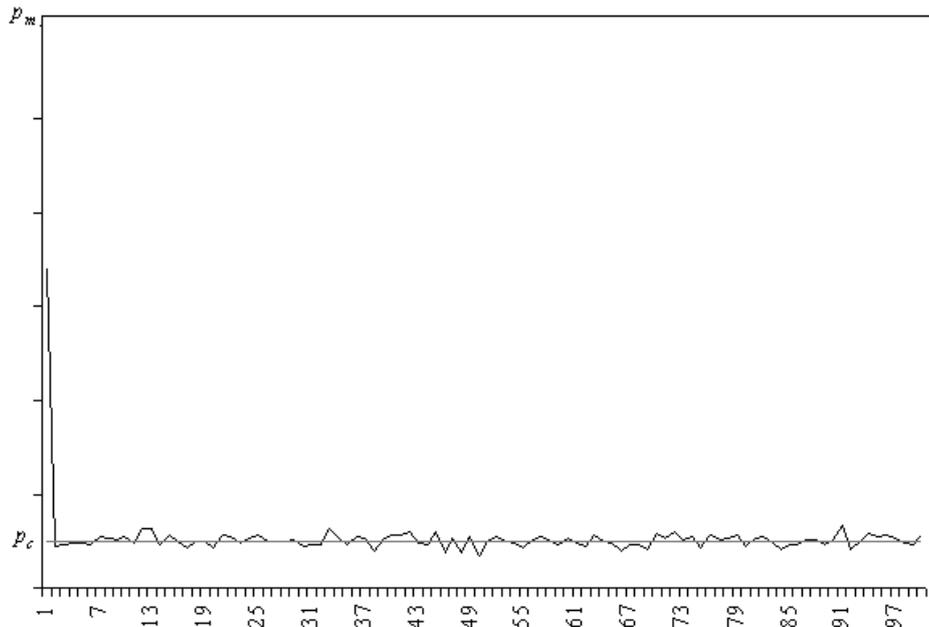
- Le « preneur de prix » de type 1

Pour un joueur *preneur de prix* de type 1 (PP1) l'ensemble des stratégies possibles sur un marché concurrentiel se réduit à un seul point : la politique qui correspond à l'issue concurrentielle¹. Le joueur de ce type se place d'emblée dans cette position, en ignorant que cette issue n'est pas stable dans ce contexte de marché.

$$\forall t, p_{i,t} = p_c^2 \quad (5.14).$$

Sur un marché où tous les offreurs adoptent ce comportement, le prix moyen se stabilise, comme on peut s'y attendre, au voisinage du prix de l'issue de concurrence³.

Figure 5.22 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *preneurs de prix* de type 1



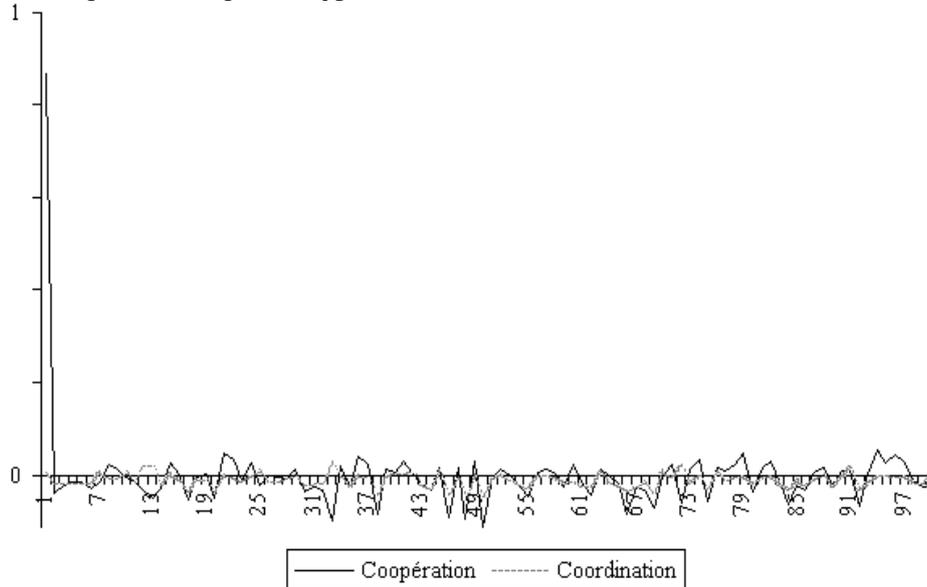
¹ Cette politique est calculable (comme celle de cartel ou de stratégie prudente) dans le contexte supposé ici d'information parfaite sur les conditions de production et de demande.

² L'issue de concurrence correspond, dans le modèle analytique de marché analysé à un prix de 1.3 et à une quantité de 200. Mais, étant donnée que tous les résultats sont rapportés à cette issue, on la retrouvera, dans les tableaux et dans les figures présentées à (1 ; 1).

³ Les fluctuations qui apparaissent autour de cette issue sont explicables par le fait que les politiques adoptées par ces automates subissent l'effet du bruit.

L'indice de coordination se stabilise à 0 : l'offre totale égalise la demande totale. Les offreurs se contentent du profit de l'issue de concurrence et l'indice de coopération sur ce marché est nul.

Figure 5.23 Evolution des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *preneurs de prix* de type 1



- *Le « preneur de prix » de type 2*

Ce comportement est le plus proche du comportement qu'adopterait un offreur sur un marché centralisé. Le *preneur de prix* de type 2 (PP2) adopte comme prix la moyenne des prix affichés à la période précédente¹.

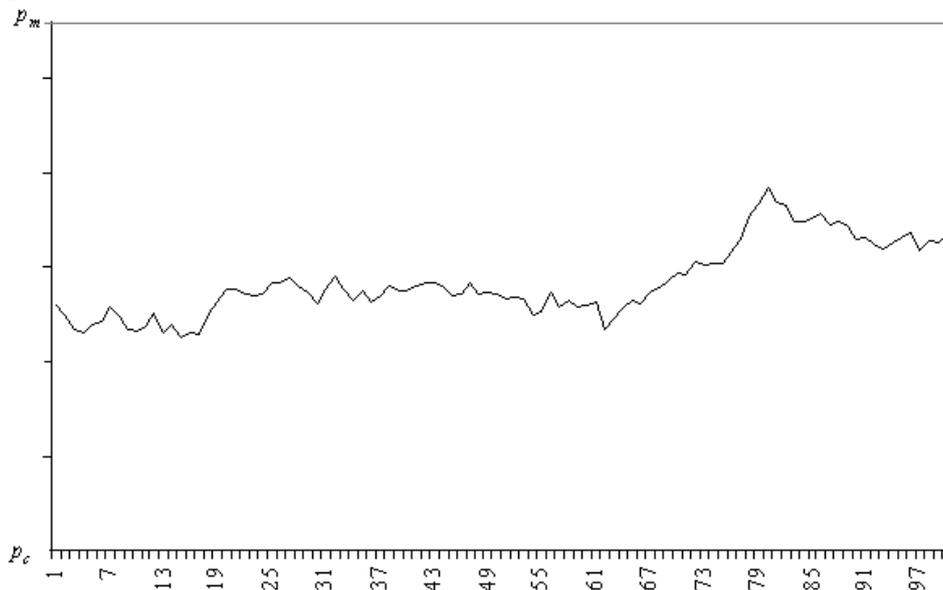
$$\forall t, p_{i,t} = \bar{p}_{t-1} \quad (5.15).$$

Sur un marché où tous les offreurs sont programmés pour adopter un comportement de ce type, le prix moyen observé à la fin de l'évolution dépend du prix moyen affiché lors de la

¹ Ce comportement s'inspire aussi des discussions que nous avons eues avec une partie des participants aux expérimentations. En effet, à la fin des expérimentations, plusieurs participants nous ont confié qu'ils avaient pris leurs décisions en pensant qu'il s'agissait d'un « jeu de convergence », c'est-à-dire un jeu pratiqué sur un marché centralisé sans commissaire priseur. Ces joueurs s'attendaient à ce que le marché se stabilise à un prix faible et sur la base de cette croyance, ils ont adopté un prix situé au milieu de l'intervalle des prix affichés à la période précédente. Lorsque le marché expérimental se stabilisait en effet à un niveau de prix très faible (ce qui engendrait un profit très faible), les joueurs respectifs n'ont jamais songé à dévier de cet état, pensant que cet état était un équilibre.

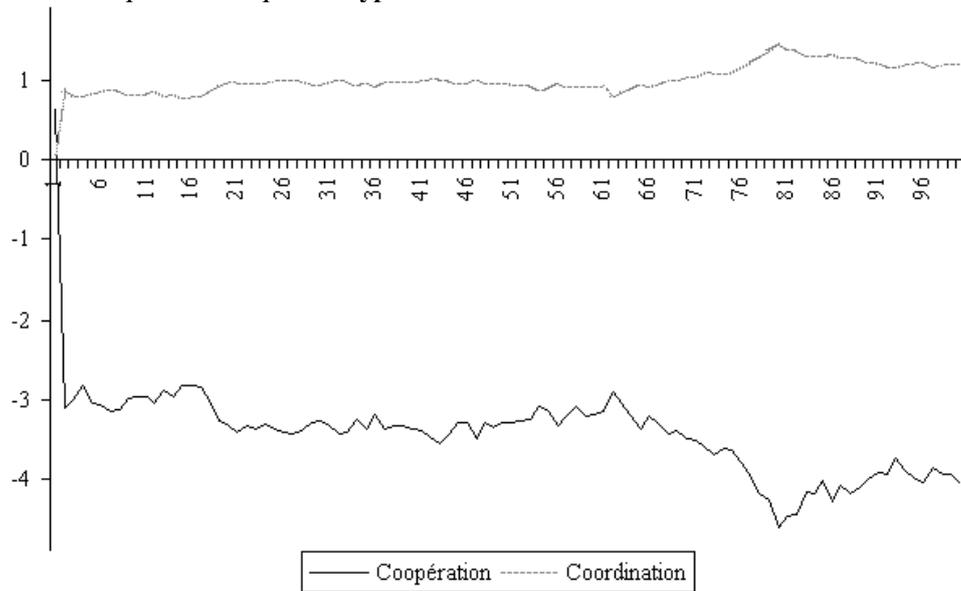
première période. Lorsque tous les offreurs adoptent le même comportement, ils sont incapables de découvrir l'issue de concurrence.

Figure 5.24 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *preneurs de prix* de type 2



Comme on peut s'y attendre sur ce marché, l'indice de coordination enregistre des valeurs positives car l'offre est excédentaire par rapport à la demande totale. Les profits totaux obtenus sur ce marché sont négatifs et l'indice de coopération est négatif.

Figure 5.25 Evolution des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *preneurs de prix* de type 2



Ce résultat est en opposition avec ce que les manuels de microéconomie nous disent : les offreurs, laissés libres de toute forme de coordination, ne dévient que très peu de leur situation initiale. La découverte de la politique de l'issue de concurrence semble impossible à réaliser si les offreurs ne se mettent pas à sa recherche.

- *Le « preneur de prix » de type 3*

Le *preneur de prix* de type 3 (PP3) participe au processus de recherche du prix du marché¹ : lorsqu'il écoule la totalité des quantités produites, il augmente son prix et lorsqu'au contraire, il subit une mévente, il le baisse².

$$\begin{aligned} \text{si } R_{i,t-1} \leq k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1+k_2)^* p_{i,t-1} \\ \text{si } R_{i,t-1} > k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1-k_2)^* p_{i,t-1} \end{aligned} \tag{5.16}$$

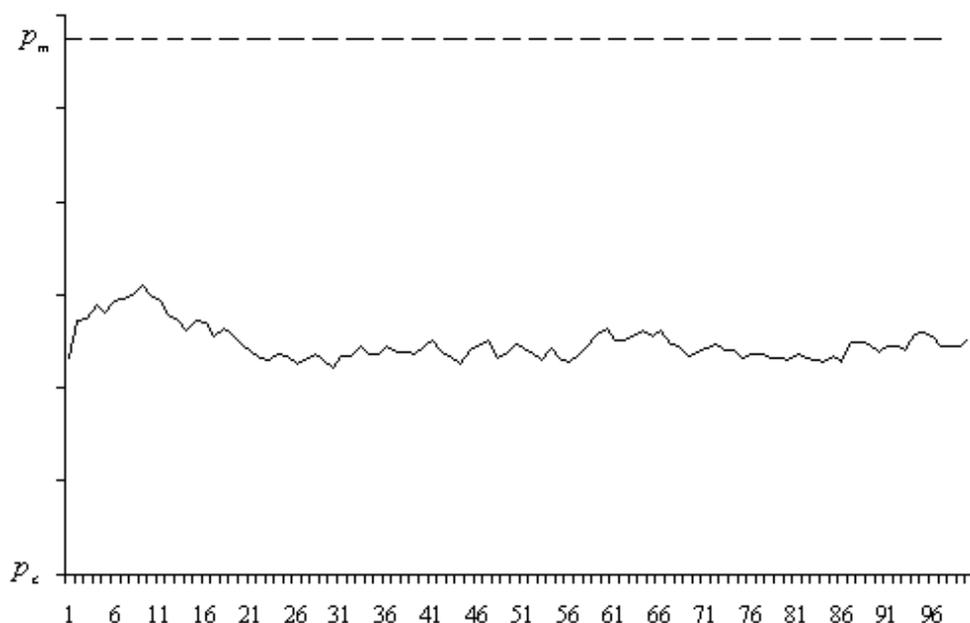
Cet offreur réalise donc une sorte de tâtonnement « individuel » à la découverte d'un prix auquel la quantité produite est écoulée. Pour ce faire, il se fonde uniquement sur sa propre

¹ Par un processus semblable à celui du tâtonnement walrasien.

² Espérance de hausse et de baisse sont égales à « k_2 ». Le même paramètre k_2 est utilisé pour tous les comportements dont l'adaptation se réalise de manière graduelle. Dans les simulations présentées, ce paramètre est égal à 5%.

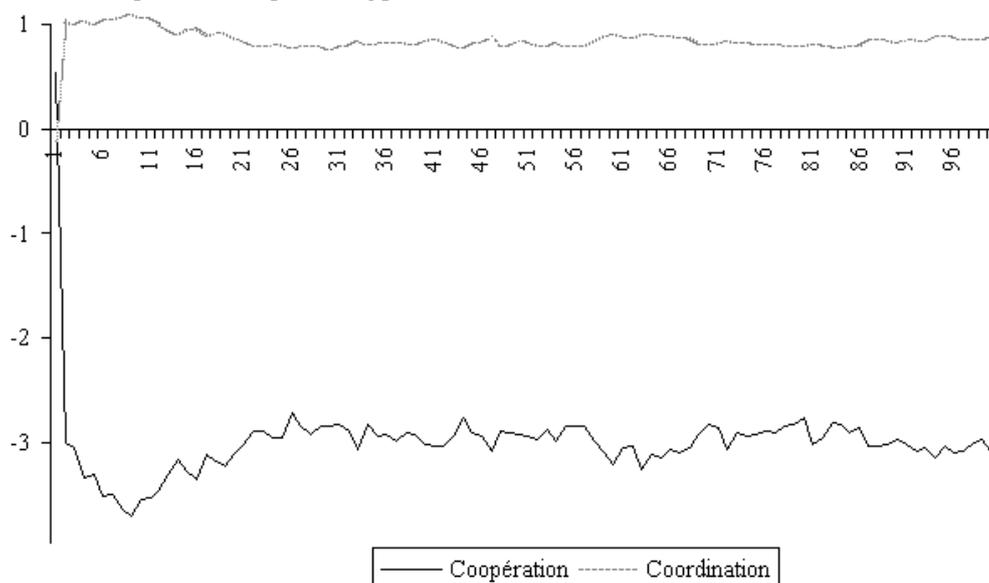
situation des ventes. Le prix moyen sur ce marché converge et se stabilise aussi à un niveau intermédiaire entre le prix de l'issue de concurrence et le prix de l'issue de cartel. Il s'agit d'une issue « inefficace », du même type que l'issue qui a été obtenue sur le marché sur lequel tous les offreurs avaient adopté un comportement *stratégique* de type 2.

Figure 5.26 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *preneurs de prix* de type 3



Les indices de coopération et de coordination ne suivent pas les trajectoires attendues. L'offre sur ce marché est en excès par rapport à la demande totale et l'indice de coopération est négatif.

Figure 5.27 Evolution des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *preneurs de prix* de type 3



Dans une version préliminaire de ce comportement (PP3.1), nous avons testé une règle de décision dans laquelle l'offreur ajustait le prix moyen du marché en fonction de son propre état de ventes (la règle exacte de décision de cet offreur ainsi que les évolutions du prix moyen et des indices de coopération et de coordination sont présentées dans l'Annexe E.1). Lorsque tous les offreurs sur ce marché adoptent ce type de comportement, le marché est conduit à une issue de type « inefficente ». **Le processus de tâtonnement, lorsqu'il est fondé sur des informations individuelles, ne conduit pas le marché vers l'issue de concurrence, et ce quel que soit le prix qui fait l'objet de l'ajustement (le prix moyen du marché ou le prix affiché par l'offreur à la période précédente).**

Nous avons alors testé deux autres comportements pour lesquels l'ajustement du prix était fait en fonction de l'état global du marché (le taux de rationnement total calculé pour la période précédente). Pour l'un de ces comportements (PP3.2), le prix ajusté est le prix affiché par l'offreur à la période précédente. Pour l'autre (PP3.3), c'est le prix moyen du marché de la période précédente (voir l'Annexe E.1 pour la spécification complète de ces comportements). Quel que soit l'offreur, il ajuste son prix de manière mécanique : ajustement du prix de base à la hausse (de $k_2\%$) lorsqu'il n'y a pas eu de rationnement sur le marché à la période précédente et ajustement à la baisse dans le cas contraire. Aucun de ces deux comportements ne conduit les marchés vers un état stable situé au voisinage de l'issue de concurrence. L'état le plus proche d'un état de convergence a été obtenu en présence des offreurs qui ajustent le

prix moyen du marché (PP3.3). Sur ce marché, les prix sont très proches du prix de l'issue de concurrence, mais ils ne s'y stabilisent pas. Incapables d'éliminer le rationnement du marché, ces offreurs oscillent autour du prix de l'issue de concurrence.

Le processus de « tâtonnement » même lorsqu'il est réalisé en fonction de l'état global du marché, n'aboutit pas à la stabilisation des échanges à l'issue de concurrence si l'ajustement est fait de manière mécanique. Comme sur un marché centralisé, le choix du paramètre de variation du prix est essentiel : si ce paramètre est trop élevé, les prix oscillent autour du prix de l'issue de concurrence sans qu'ils s'y stabilisent. De même, s'il est trop faible, alors la durée du processus de convergence peut être trop longue.

C'est suite à ces « échecs » que nous avons eu l'idée de programmer un offreur qui se substituerait complètement au commissaire priseur sur un marché centralisé : un offreur dont l'intensité de l'ajustement du prix dépendrait de l'écart observé entre l'offre totale et la demande totale.

- Le « preneur de prix » de type 4

Comme les autres joueurs dans cette catégorie, le *preneur de prix* de type 4 (PP4) pense aussi qu'il y a un « prix du marché ». Comme pour le *preneur de prix* de type 2, ce prix correspond au prix moyen affiché à la période précédente (\bar{p}_{t-1}). Cependant, cet offreur fait varier ce prix en fonction de l'état global du marché. Ce comportement est le plus élaboré dans sa catégorie car il utilise, pour prendre ses décisions toutes les informations disponibles sur le marché. L'indicateur synthétique qui informe l'offreur de l'état du marché est l'indicateur de coordination qui mesure la capacité des offreurs à proposer des politiques compatibles entre elles.

$$I_{coord,t} = \sum_i \frac{q_{i,t}}{D(p_{i,t})} - 1 \quad (5.17).$$

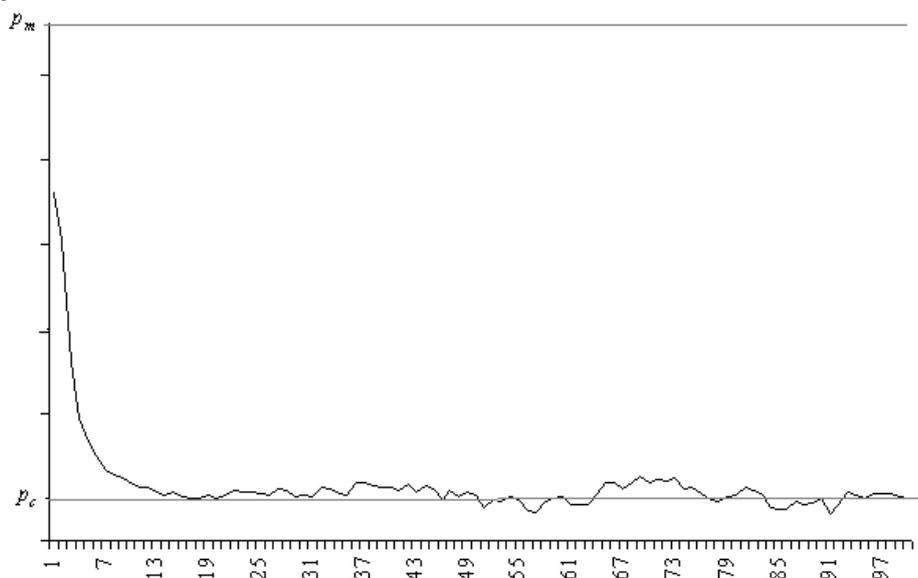
Lorsque le marché est dans un état d'excès d'offre (l'indicateur de coordination est positif), le *preneur de prix* de type 4 diminue son prix et lorsque le marché est dans un état d'excès de la demande (l'indicateur de coordination est négatif) il corrige le prix moyen du marché de la période précédente en l'augmentant. Il maintient la même politique lorsque l'offre totale et la demande totale s'équilibrent sur le marché (l'indicateur de coordination est nul). L'ampleur

de la correction par rapport au prix moyen est déterminée par l'écart entre l'offre totale et la demande totale rapporté au nombre total d'offreurs sur le marché (n).

$$\begin{aligned}
 \text{si } I_{coord,t-1} < 0, p_{i,t} &= \bar{p}_{t-1} \left(1 + \frac{|I_{coord,t-1}|}{n} \right) \\
 \text{si } I_{coord,t-1} = 0, p_{i,t} &= \bar{p}_{t-1} \\
 \text{si } I_{coord,t-1} > 0, p_{i,t} &= \bar{p}_{t-1} \left(1 - \frac{|I_{coord,t-1}|}{n} \right)
 \end{aligned}
 \tag{5.18}$$

Chaque offreur sur le marché agit comme un centralisateur de l'information. Les politiques des offieurs s'homogénéisent très rapidement. Le prix moyen converge vers le prix de l'issue de concurrence et s'y stabilise¹.

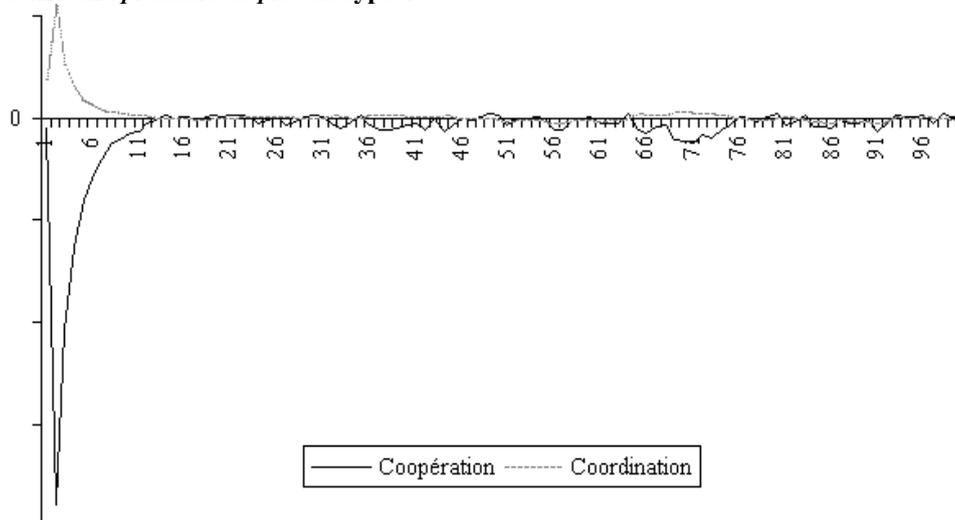
Figure 5.28 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offieurs *preneurs de prix* de type 4



¹ Pour témoigner de la difficulté de programmer un *preneur de prix* capable de conduire le marché vers l'issue de concurrence, nous mentionnons que nous avons testé une version préliminaire de ce comportement, appelé PP4.1. Ce joueur ajuste son propre prix de la période précédente, l'ajustement étant par la suite identique à celui opéré par l'offreur PP4. Les résultats obtenus pour cette version du comportement sont moins convaincants : même si le prix moyen converge vers le prix de l'issue de concurrence, les politiques des joueurs restent hétérogènes à la fin du processus (voir Annexe E.1 pour la spécification complète de ce comportement).

L'offre totale sur ce marché égalise la demande totale et l'indice de coordination est nul. Les offreurs obtiennent tous le profit de « concurrence » et l'indice de coopération se stabilise lui aussi à 0.

Figure 5.29 Evolution des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel se sont affrontés 10 offreurs *preneurs de prix* de type 4



L'issue de concurrence semble être très fragile et très exigeante du point de vue des capacités cognitives des agents. A l'exception du *preneur de prix* de type 1, qui est programmé pour adopter la politique de l'issue de concurrence dans toute situation, il semblerait que les offreurs nécessitent beaucoup d'informations pour qu'ils puissent rendre compatibles leurs politiques. Ni les *preneurs de prix* de type 2, ni les *preneurs de prix* de type 3, dont les comportements sont les plus proches du comportement d'un *preneur de prix* sur un marché centralisé (qui n'utilise que l'information « prix du marché » et l'état propre de leurs ventes pour se guider) ne réussissent à conduire les échanges vers l'issue de concurrence. Les seuls offreurs dont l'interaction conduit vers cette issue sont les *preneurs de prix* de type 4. Ces résultats remettent en question la position défendue dans les manuels de microéconomie qui affirment que des offreurs préoccupés uniquement par leur propre état serait conduits par une main invisible vers la politique de l'issue de concurrence. Si les politiques des offreurs ne sont fondées que sur leur propre état des ventes, alors les transactions s'enlisent dans une issue « inefficente » autant du point de vue des offreurs qui essuient des pertes importantes, que du point de vue des acheteurs pour qui, le prix moyen affiché est supérieur au prix de l'issue de concurrence.

1.3.2 Les issues qui résultent des interactions entre les différents comportements de « *preneurs de prix* » : proportion importante des issues « inefficientes »

Les duels entre les comportements

Lorsque ces comportements interagissent entre eux lors d'une série de duels, seulement la moitié des interactions se finalisent par la mise en place d'un processus de convergence et de stabilisation des prix moyens au voisinage du prix de l'issue de concurrence. Sur ces marchés les indices de coordination et de coopération se stabilisent alors au voisinage de 0. Il s'agit des rencontres entre les *preneurs de prix* de type 1, 2 et 4¹. L'autre moitié des rencontres se soldent par une issue stable mais « inefficiente » : le prix moyen est au dessus du prix de l'issue de concurrence. Les résultats collectifs des offreurs sont négatifs sur le fond d'une offre excédentaire par rapport à la demande totale.

Tableau 5.6 Caractérisation des issues de marché observées lors des interactions entre deux comportements de *preneur de prix*, présents sur le marché en parts égales

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Stabilisation à l'issue de concurrence	PP1	PP2	1 0,01	-0,03 0,05	-0,01 0,02
	PP1	PP4	1 0,01	-0,01 0,03	-0,01 0,02
	PP2	PP4	1,02 0,02	-0,17 0,14	0,04 0,04
Issue stable et inefficace	PP3	PP1	1,11 0,01	-1,34 0,1	0,37 0,04
		PP2	1,3 0,03	-3,64 0,3	1,09 0,12
		PP4	1,1 0,02	-1,23 0,13	0,31 0,04

Les tournois avec trois comportements

Lorsque ces comportements se rencontrent à trois sur le même marché, l'issue la plus répandue est l'issue stable mais « inefficiente ». Elle caractérise tous les marchés sur lequel

¹ Les *preneurs de prix* de type 2 participent à la découverte de l'issue de concurrence lorsqu'ils sont en présence des *preneurs de prix* de type 1 ou 4, malgré le fait qu'ils aient été assez peu performants lorsqu'ils ont été à 10 sur le même marché.

participe le comportement de *preneur de prix* de type 3. Le seul marché sur lequel ce comportement est absent est conduit à l'issue de concurrence.

Tableau 5.7 Caractérisation des issues de marché observées lors des interactions entre trois comportements de *preneur de prix*, présents sur le marché en parts égales

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Stabilisation à l'issue de concurrence	PP1	PP2	PP4	1	-0,02	-0,01
				0,01	0,05	0,02
Issue stable mais "inefficace"	PP3	PP1	PP2	1,05	-0,64	0,16
				0,02	0,13	0,04
	PP3	PP1	PP4	1,05	-0,63	0,16
			0,01	0,09	0,02	
	PP3	PP2	PP4	1,08	-0,93	0,23
				0,02	0,17	0,05

1.3.3 Les *preneurs de prix* de type 4, les meilleurs dans leur catégorie

Le classement des *preneurs de prix*, compte tenu des profits moyens obtenus dans ces tournois, est à l'image de leur capacité à découvrir l'issue de concurrence sur le marché. On retrouve à la tête de ce classement les *preneurs de prix* de type 4. Ce comportement remporte deux duels (contre les *preneurs de prix* de type 2 et de type 3) et finit à égalité avec son adversaire (le *preneur de prix* de type 1) lors du troisième duel. Il sort victorieux sur deux des tournois avec trois comportements auxquels il participe et fait match nul lors du troisième (à égalité avec les *preneurs de prix* de type 1 et de type 2).

A la deuxième place, dans ce classement, on trouve le *preneur de prix* de type 1. Ce comportement, très simple, gagne un seul duel (contre les *preneurs de prix* de type 3) et fait match nul avec les deux autres *preneurs de prix*. Dans les tournois à trois il gagne une fois (il finit à égalité avec le *preneur de prix* de type 4 et ils battent ensemble le *preneur de prix* de type 3), fait match nul une fois et finit deuxième une fois (derrière le *preneur de prix* de type 2 et devant le *preneur de prix* de type 3).

A la troisième place on trouve le comportement de *preneur de prix* de type 2. Ce comportement perd un duel (contre les *preneurs de prix* de type 4) et fait match nul dans les deux autres duels. Lors des rencontres à trois, il semble s'en sortir mieux : il gagne une fois (contre les *preneurs de prix* de type 1 et les *preneurs de prix* de type 3), fait match nul une fois (contre les *preneurs de prix* de type 1 et les *preneurs de prix* de type 4) et finit deuxième une fois (derrière les *preneurs de prix* de type 4 et devant les *preneurs de prix* de type 3).

A l'égalité avec le *preneur de prix* de type 2 dans les duels on trouve le *preneur de prix* de type 2. En revanche, ce dernier comportement est battu sur tous les marchés sur lesquels il participe en compagnie de deux autres comportements.

Pour résumer, les confrontations entre les comportements appartenant à la même famille aboutissent à des issues qui peuvent être classées en trois grandes catégories : les marchés sur lesquels les échanges se stabilisent à une issue « efficiente » (à une période donnée, toutes les quantités produites sont écoulées et tous les acheteurs acquièrent les unités désirées), les marchés sur lesquels les échanges se stabilisent à un niveau « inefficent » et les marchés sur lesquels les échanges évoluent selon un cycle. Une partie des issues observées était « pressentie ». On s'attendait en effet que les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement *coopératif* convergent vers l'issue de cartel. Parmi les 10 marchés de ce type réalisés, tous suivent cette évolution. Enfin, l'on s'attendait aussi que sur les marchés où tous les offreurs adoptent un comportement *stratégique* les échanges évoluent selon une trajectoire cyclique. Cette hypothèse a été confirmée sur 7 des marchés de ce type. Sur les marchés sur lesquels tous les offreurs adoptent un comportement de *preneur de prix*, on s'attendait à ce que les échanges se stabilisent au voisinage du prix de l'issue de concurrence. Cette prédiction a été prise au défaut sur 6 marchés, pour lesquels l'issue observée est en effet stable mais « inefficente »¹.

La distribution de la fréquence avec laquelle on observe chacun des trois types d'issues possibles (issue stable et efficiente, issue en forme de cycle et issue « inefficente ») donne un net avantage aux issues stables : la moitié des duels organisés se finalise par une issue de ce type. Une issue sur cinq se finalise par la mise en place d'une issue en forme de cycle. Enfin, le reste des duels se sont finalisés par une issue de type « inefficente ».

Cette section montre ainsi que la transposition des comportements habituels de la tradition économique au marché décentralisé à prix affichés, demande fluide et pré-production est plus

¹ Le prix moyen de vente se stabilise à un niveau supérieur au prix de l'issue de concurrence, sans que les offreurs aient aucun intérêt à y rester. Cette issue a été observée sur des marchés sur lesquels les offreurs privilégie un objectif individuel d'écoulement des quantités produites. L'indice de coordination se stabilise au voisinage d'une valeur supérieure à zéro : sur ces marchés il y a un excédent de l'offre par rapport à la demande totale. Les profits totaux des offreurs sont négatifs : les faibles profits qu'ils obtiennent lors des périodes pendant lesquelles ils écoulent l'intégralité des quantités produites sont insuffisants pour compenser les pertes subies lors des périodes pendant lesquelles ils sont rationnés.

compliquée que ce que l'on aurait pu penser. Contre les attentes initiales, cette transposition a été particulièrement difficile pour les comportements de la famille des *preneurs de prix*. Les résultats médiocres obtenus par le comportement concerné uniquement par l'état de ses propres ventes (tel le *preneur de prix* de type 3) et par le comportement qui cherche à se confondre avec le « marché » (le *preneur de prix* de type 2) indiquent que le tâtonnement walrasien, sorti de son contexte de marché original, a très peu de chance de se réaliser, à défaut d'une quantité d'informations très élevée et d'une capacité de calcul assez développée. Ces résultats nous ont amenés à nous demander à quel type d'issues aboutiront les marchés sur lesquels s'affrontent des comportements appartenant à des familles « rivales ». Y a-t-il un comportement, parmi les douze présentés qui dominerait tous les autres ?

2. Interactions sur le même marché entre des comportements appartenant à des familles différentes

Quel effet a sur les échanges l'augmentation de la diversité des conduites adoptées sur un marché? Quel rôle joue le nombre relatif des offreurs adoptant le même comportement ? Va-t-on voir une augmentation du nombre de cas de convergence vers la politique de l'issue de concurrence ? L'issue de cartel, est-elle tenable contre des conduites plus agressives ? Est-ce que les *stratégiques* continueront de faire émerger un mouvement cyclique lorsqu'ils sont confrontés à des conduites plus passives ?

Pour analyser les issues auxquelles aboutissent les interactions entre des comportements appartenant à des familles différentes, deux séries de tournois ont été organisées. Lors de la première série, deux comportements s'affrontent à la fois sur le même marché. Ainsi, sur un marché de 10 offreurs, 5 ont été programmés pour adopter un comportement et les 5 autres pour adopter le comportement adverse. Lors de la deuxième série, trois comportements s'affrontent sur le même marché (toujours en proportions égales). Sur un marché de 10 offreurs 3 ont été programmés pour adopter l'un des comportements, 3 autres ont été programmés pour adopter le deuxième comportement et le reste pour adopter le dernier

comportement de la rencontre¹. La première partie de cette section présente les résultats des tournois à deux et la partie suivante les résultats des tournois à trois.

2.1 Les tournois à deux comportements sur le même marché

Le premier paragraphe présente les différentes issues qui apparaissent sur les marchés à la fin des duels organisés. Comme on peut s'y attendre, les issues observées sont des mêmes types que les issues observées lors des interactions précédentes (dans lesquelles les offreurs appartenaient tous à la même famille). Ce qui est intéressant d'observer est laquelle des deux familles qui s'affrontent réussit à imposer son « issue spécifique » : cartel pour les *coopératifs*, cycle à la Edgeworth pour les *stratégiques*, issue de concurrence pour les *preneurs de prix*. Le deuxième paragraphe présente un classement des comportements, à la fin de ces duels, en fonction des profits moyens obtenus.

- 2.1.1 Confirmation de la diversité des issues observées : baisse de la proportion des issues « stables » et hausse de la proportion des issues en forme de cycle et des issues « inefficaces »

Lorsque les comportements s'affrontent à parts égales sur le même marché les issues observées sont, dans la plupart des cas, de mêmes types que les issues présentées dans la section précédente : des issues stables et « efficaces » (parfaitement stables ou avec des incidents) des issues en forme de cycle edgeworthien et des issues « inefficaces ».

- Les issues « stables » et « efficaces »

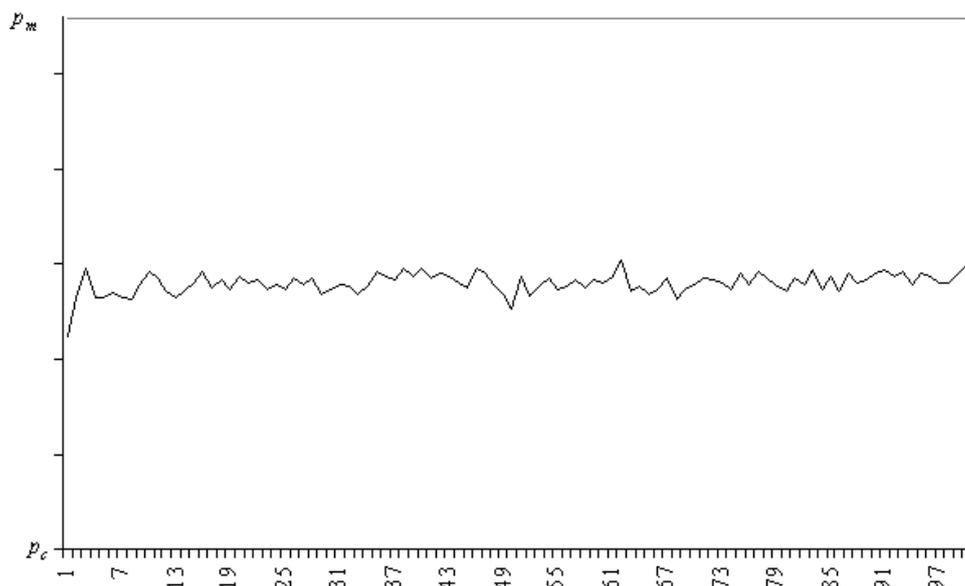
Des issues stables et « efficaces » ont été observées lors de 3 rencontres (sur les 48 réalisées²). Cette issue a été observée sur les marchés où les *preneurs de prix* de type 1 ont

¹ Sur 10 marchés du même type organisés, nous avons varié le comportement qui a été attribué un effectif de 4 offreurs.

² Le comportement de chaque famille participe à 8 duels contre les comportements appartenant aux deux familles adverses. Au total, il y a bien 48 duels possibles entre les comportements appartenant à des familles différentes.

interagi avec les *coopératifs* de type 1, de type 2 et de type 3, en diverses proportions. En fonction de la proportion de chaque type de comportement, le prix moyen se stabilise à un niveau situé entre le prix de l'issue de cartel et le prix de l'issue de concurrence. La figure ci-dessous présente l'évolution du prix moyen sur un marché sur lequel les *preneurs de prix* de type 1 rencontrent les *coopératifs* de type 1¹. Les politiques adoptées sur ce marché ne sont pas homogènes, chaque type de comportement continuant à pratiquer sa politique « standard » (la politique de l'issue de concurrence pour le *preneur de prix* et la politique de l'issue de cartel pour le *coopératif*).

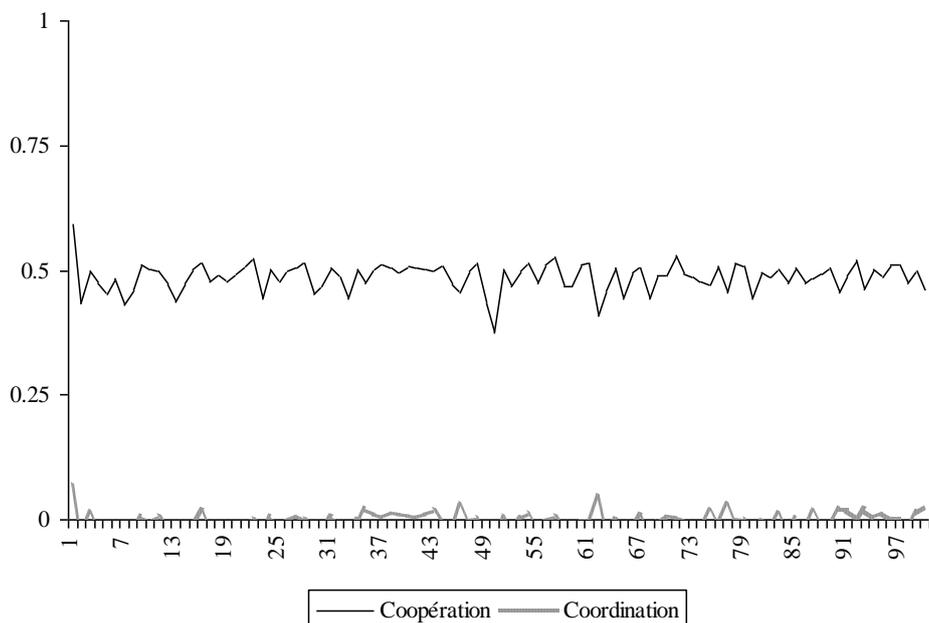
Figure 5.30 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel 5 *preneurs de prix* de type 1 rencontrent 5 *coopératifs* de type 1 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)



Sur ce marché, l'indice de coopération se stabilise autour de 0.5. Les *coopératifs* exploitent entièrement les opportunités offertes par l'issue de cartel tandis que les *preneurs de prix* se contentent du profit obtenu à l'issue de concurrence. L'indice de coordination est nul : tous les offreurs proposent des quantités égales à leurs demande fractionnelle.

¹ Sur les marchés sur lesquels la proportion des offreurs qui adoptent un comportement *coopératif* est plus élevée que la proportion des comportements qui adoptent le comportement de *preneur de prix*, le prix est plus proche de l'issue de cartel.

Figure 531 Evolutions des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel 5 *preneurs de prix* de type 1 rencontrent 5 *coopératifs* de type 1 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)



Les deux tableaux ci-dessous présentent les données synthétiques obtenues lors de tous les duels qui se sont finalisés par la mise en place d'une issue de ce type.

Tableau 5.8 Données synthétiques concernant les duels entre les *preneurs de prix* de type 1 et les *coopératifs* de type 1, 2 et 3 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Stabilisation efficace à une issue intermédiaire (cohabitation)	PP1	Coop1	1,28 0,01	0,48 0,03	-0,01 0,01
	PP1	Coop2	1,28 0,01	0,49 0,02	0 0,01
	PP1	Coop3	1,27 0,01	0,45 0,05	-0,02 0,02

Un autre cas possible de marché « stable » à la fin de la simulation est celui d'un marché sur lequel le prix est stable pendant la plupart des périodes, mais, de temps en temps, le prix moyen bascule vers un autre prix. Ce type d'issue a été observé lors de la rencontre entre le comportement de *preneur de prix* de type 1 et le comportement *coopératif* de type 4. Les évolutions des prix moyens et des indices de coopération et de coordination sur ce marché suivent les mêmes trajectoires que les trajectoires représentées sur les figures 5.9 et 5.10. Le tableau ci-dessous présente les valeurs moyennes enregistrées par ces variables.

Tableau 5.9 Données synthétiques concernant le duel entre le *preneur de prix* de type 1 et le *coopératif* de type 4 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Issue stable avec des "incidents"	PP1	Coop4	1,24	0,42	-0,01
			0,13	0,17	0,02

Seulement 8% des duels organisés entre des comportements différents se sont conclus par des issues stables. Qu'en est-il des issues observées lors des autres rencontres ?

- Les issues en forme de cycle (edgeworthien ou cycle « d'ajustement »)

18 rencontres ont abouti à la mise en place d'issues en forme de cycle. Dans la plupart des rencontres (15 rencontres), l'un des comportements en présence était de type *stratégique*¹. Les prix observés sur ces marchés évoluent entre deux bornes : le prix le plus élevé est situé, la plupart du temps à mi-distance entre le prix de l'issue de cartel et le prix de l'issue de concurrence, tandis que le prix le plus faible est situé au voisinage du prix de l'issue de concurrence. Lorsque les transactions se situent à l'une de ces deux bornes, l'indice de coordination est nul. L'indice de coopération est nul lorsque les offreurs affichent le prix limite inférieur, et il est égal à environ 0.5 lorsque les offreurs affichent le prix limite supérieur. Pendant les phases intermédiaires, les offreurs se livrent une véritable « guerre des prix ». L'offre totale est largement supérieure à la demande totale (l'écart le plus élevé est constaté lors de la période qui suit le moment où les offreurs adoptent la politique limite supérieure et diminuent par la suite). Les pertes des offreurs sont considérables. Les trajectoires suivies par ces indicateurs sont semblables aux trajectoires représentées sur les figures 5.11 et 5.12. Le tableau ci-dessous présente les données synthétiques qui caractérisent ces duels.

¹ On a vu, dans la section précédente que seuls les stratégiques de type 1, 3 et 4 sont capables de faire apparaître des cycles de prix. Le bilan devient ainsi plus « avantageux » pour ces stratégiques qui ont imposé une issue cycle dans 15 des 24 duels auxquels ils ont participé. Les comportements qui leurs ont "résisté" sont les *coopératifs* de type 2 et 3 et les *preneurs de prix* de type 3.

Tableau 5.10 Données synthétiques concernant les duels entre les *preneurs de prix* et les *stratégiques* qui ont abouti à une issue de type cycle de prix à la Edgeworth (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Cycle de prix à la Edgeworth	PP1	Strat1	1.14 0.13	-1.32 1.09	0.43 0.41
		Strat3	1.17 0.13	-1.68 1.17	0.59 0.48
		Strat4	1.11 0.12	-1.39 1.01	0.43 0.38
	PP2	Strat1	1.17 0.17	-1.78 1.41	0.53 0.53
		Strat3	1.22 0.2	-2.41 1.84	0.77 0.68
		Strat4	1.14 0.13	-1.67 1.21	0.5 0.41
	PP4	Strat1	1.18 0.2	-1.5 1.66	0.47 0.64
		Strat3	1.19 0.17	-1.82 1.51	0.59 0.55
		Strat4	1.06 0.09	-0.78 0.81	0.26 0.27

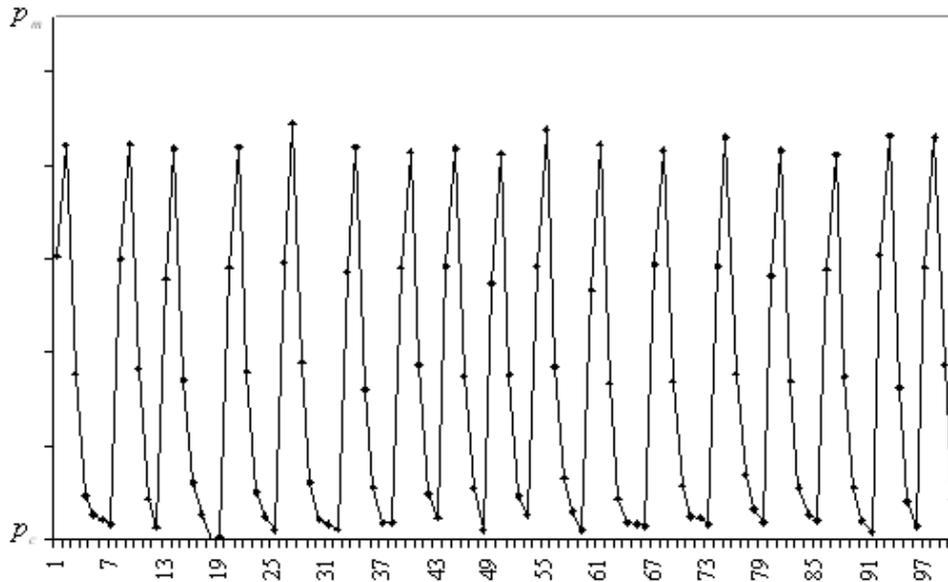
Tableau 5. 11 Données synthétiques concernant les duels entre les *coopératifs* et les *stratégiques* qui ont abouti à une issue de type cycle de prix à la Edgeworth (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Cycle de prix à la Edgeworth	Coop1	Strat1	1,44 0,06	-1,07 0,58	0,6 0,19
		Strat3	1,44 0,05	-1,01 0,54	0,58 0,18
		Strat4	1,41 0,06	-0,83 0,61	0,5 0,21
	Coop4	Strat1	1,18 0,21	-1,14 1,09	0,41 0,39
		Strat3	1,18 0,19	-1,35 1,03	0,47 0,41
		Strat4	1,16 0,18	-1,14 0,18	1,16 0,18

Trois autres rencontres se soldent par la mise en place d'une issue cyclique. Il s'agit, dans le cas de ces rencontres d'un cycle non-edgeworthien, d'ajustement des politiques. Il a été observé lors des duels entre les *coopératifs* de type 4 et l'un des comportements de *preneur de prix* de type 2 ou 4. Sur un marché sur lequel le *coopératif* de type 4 rencontre un *preneur de prix* de type 4, il arrive une période pendant laquelle tous les offreurs écoulent l'intégralité des quantités mises en vente. A la période suivante, les *coopératifs* basculent sur la politique de

l'issue de cartel tandis que les *preneurs de prix* continuent à afficher des prix situés au voisinage du prix de l'issue prudente (en raison de leur inertie qui consiste à afficher le prix moyen observée à la période précédente). Cependant, dès la période suivante, les *preneurs de prix* basculent eux aussi vers un prix qui est la moyenne entre le prix de l'issue de cartel et le prix de l'issue prudente. Les *coopératifs* continuent à afficher lors de cette période des prix élevés, au voisinage du prix de l'issue de cartel. Le prix du marché atteint alors la borne limite supérieure mais les politiques adoptées par les *preneurs de prix* provoquent des méventes et à la période suivante, les *coopératifs* se replient sur leur politique de l'issue prudente tandis que les *preneurs de prix* ont besoin d'environ 5 périodes pour arriver à la même issue. Une fois que le rationnement du marché est éliminé, un nouveau cycle recommence. La figure ci dessous présente l'évolution du prix moyen sur un marché sur lequel s'est déroulé un duel de ce type¹.

Figure 5.32 Evolution du prix moyen observée lors de la rencontre entre les *coopératifs* de type 4 et les *preneurs de prix* de type 4 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

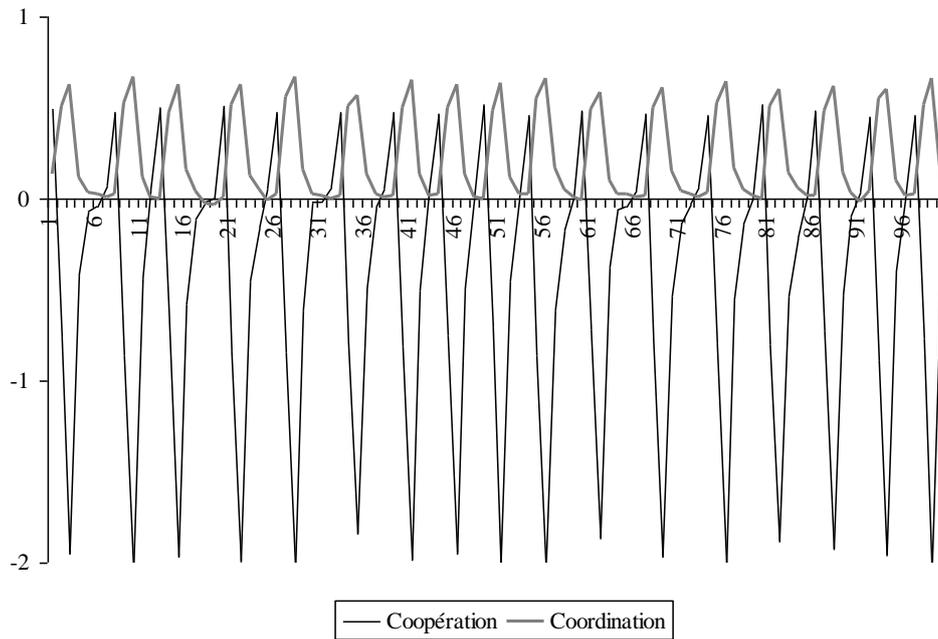


Les indices de coopération et de coordination suivent des évolutions en forme de cycle aussi. L'indice de coopération atteint son maximum lors des périodes pendant lesquelles les *coopératifs* adoptent la politique de l'issue de cartel tandis que les *preneurs de prix* adoptent

¹ Sur un marché sur lequel le *coopératif* de type 4 rencontre le *preneur de prix* de type 2 la vitesse de succession des cycles est plus lente en raison du caractère plus mécanique d'ajustement des prix des offreurs *preneurs de prix*.

des politiques au voisinage de la politique de l'issue de concurrence. Pendant ces périodes, l'indice de coordination est proche de 0. Dès lors que les *preneurs de prix* suivent les *coopératifs* à la hausse des prix, l'indice de coopération se détériore et il passe dans les valeurs négatives. L'indice de coordination suit cette tendance et il devient positif. A la fin d'un cycle de prix, lorsque tous les offreurs sur le marché adoptent la politique de l'issue de concurrence l'indice de coopération est à 0 ainsi que l'indice de coordination.

Figure 5.33 Evolutions des indices de coopération et de coordination observées lors de la rencontre entre 5 *preneurs de prix* de type 2 et 5 *coopératifs* de type 4 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)



Le tableau ci dessous présente les données synthétiques des deux duels dont l'issue finale a été un cycle de prix de ce type.

Tableau 5.12 Données synthétiques concernant les duels entre les *preneurs de prix* de type 4 et les *coopératifs* de type 4 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Cycle de prix	PP2	Coop4	1.12 0.16	-0.45 0.75	0.18 0.23
	PP4	Coop4	1.12 0.01	-1.38 0.11	0.41 0.04

- Les issues « inefficentes »

Le reste des 27 duels ont abouti à des issues « inefficentes ». Ce type d'issue a été observé sur tous les marchés sur lesquels une partie des offreurs adoptent soit un comportement de *preneur de prix* de type 3 soit un comportement *stratégique* de type 2. Cette issue apparaît facilement sur les marchés sur lesquels les offreurs n'utilisent que les informations concernant l'état de leurs propres ventes pour ajuster leurs politiques. Ainsi, certains marchés sur lesquels apparaissent les *coopératifs* de type 2 et de type 3 se finalisent aussi par une issue « inefficente ». Sur ces marchés les prix moyens soit se stabilisent, soit oscillent faiblement autour d'un prix situé au dessus du prix de l'issue de concurrence¹. Les marchés sont dans un état d'excès de l'offre et les offreurs font des pertes collectives. Les évolutions des prix moyens et des indices de coopération et de coordination suivent des trajectoires semblables aux trajectoires présentées sur les figures 5.13 et 5.15. Toutes les données synthétiques caractérisant ces duels sont présentées dans l'Annexe E.2.

L'augmentation de la diversité des comportements adoptés sur les marchés produit un changement dans la fréquence avec laquelle on voit apparaître, à la fin des simulations, les différentes issues : issue « stable » et « efficace », issue en forme de cycle et issue « inefficente ». La fréquence d'apparition des issues stables diminue considérablement (8% contre la moitié dans le cas des rencontres organisées entre des comportements appartenant à la même famille) tandis que la fréquence d'apparition des issues en forme de cycle de prix et des issues de type « inefficente » augmentent (37,5% et respectivement 54,5% contre seulement 20% et respectivement 30% pour les duels organisés entre les comportements appartenant à la même famille).

2.1.2 Le *preneur de prix* de type 4 et le *coopératif* de type 4 gagnants des duels

Concernant les comportements qui emportent ces duels, une partie des résultats sont prévisibles, d'autres non. Par exemple, lorsque le *preneur de prix* de type 1 et les *coopératifs* se rencontrent sur le même marché et que de leur interaction résulte une issue stable, on peut s'attendre à ce que les comportements *coopératifs* « battent » le comportement de *preneur de*

¹ Sur ces marchés, le degré de variation des prix moyens d'une période à l'autre est différent, mais ne dépasse pas 5 %.

prix. De même, lors des interactions entre le *coopératif* de type 4 avec les *preneurs de prix* de type 2 et de type 4 (qui aboutissent à la mise en place d'une issue en forme de cycle), l'on peut également s'attendre à ce que les *coopératifs* gagnent, en raison du fait que, tout au long de la phase d'ajustement, les *preneurs de prix* subissent des pertes. Mais qu'en est-il des marchés sur lesquels les actions prédatrices des comportements *stratégiques* donnent naissance aux cycles edgeworthiens ? Qu'en est-il aussi des comportements dont l'affrontement se finalise par une issue « inefficente » ? Les comportements raisonnables, sont-ils capables de « battre » les comportements moins raisonnables tels les *preneurs de prix* de type 3 ou les *stratégiques* de type 2 ? Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus par les joueurs « ligne » dans ces duels. Un match gagné est codé avec la lettre « G » et un match perdu avec la lettre « P ». Lorsque un matché s'est soldé par un résultat égal, il a été codé avec la lettre « E »¹.

Tableau 5.13 Résultats des duels entre les différents comportements

	PP1	PP2	PP3	PP4	Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	Strat1	Strat2	Strat3	Strat4
PP1		E	G	E	P	P	P	P	G	G	G	G
PP2	E		E	P	P	P	G	P	P	G	P	P
PP3	P	E		P	G	P	P	P	P	P	P	P
PP4	E	G	G		G	G	G	P	G	G	G	G
Coop1	G	G	P	P		E	E	E	P	P	P	P
Coop2	G	G	G	P	E		E	E	P	P	P	P
Coop3	G	P	G	P	E	E		E	P	G	P	P
Coop4	G	G	G	G	E	E	E		G	G	G	G
Strat1	P	G	G	P	G	G	G	P		G	G	P
Strat2	P	P	G	P	G	G	P	P	P		P	P
Strat3	P	G	G	P	G	G	G	P	P	G		P
Strat4	P	G	G	P	G	G	G	P	G	G	G	

Les comportements *stratégiques* capables de donner naissance à des cycles de prix à la Edgeworth (les *stratégiques* de types 1, 3 et 4) ne sont pas victorieux dans tous les duels auxquels ils participent. Des 15 rencontres qui se finalisent par la mise en place de cette issue (les duels contre les *preneurs de prix* de type 1, 2 et 4 et les duels contre les *coopératifs* de type 1 et 4), ils n'en gagnent que 40% (contre les *preneurs de prix* de type 2 et contre les

¹ Pour réaliser les classements présentés dans cette section nous nous sommes servis du profit moyen par période et pour tous les 10 marchés sur lesquels chaque type d'interaction a été organisé. On a considéré qu'un comportement « bat » un autre si la différence entre les profits moyens est supérieure au profit théorique correspondant à la politique de l'issue de concurrence.

coopératifs de type 1) et perdent toutes les autres. Le *preneur de prix* de type 3, dont la participation sur les marchés se finalise presque toujours par une issue « inefficente » perd 9 des 11 duels auxquels il participe. Ce comportement ne remporte qu'un seul duel (contre le *coopératif* de type 1) et finit à égalité avec le *preneur de prix* de type 2. De même, le *stratégique* de type 2, dont la participation conduit les marchés vers une issue « inefficente » perd tous ses duels (sauf le duel contre le *preneur de prix* de type 3).

A notre surprise, le seul comportement qui sort invaincu est le comportement *coopératif* de type 4 (sur 11 matchs, ce comportement fini soit victorieux, soit à égalité avec son adversaire). La position qu'il occupe est d'autant plus surprenante que ce comportement gagne tous les duels contre les comportements « *stratégiques* ». Malgré son côté assez mécanique, l'« intelligence » de ce joueur est, au final, payante : il réussit à esquiver les attaques auxquels il est soumis par les *stratégiques*, en jouant la politique de l'issue de stratégie prudente.

A la deuxième place, en nombre de matchs non perdus, on trouve le *preneur de prix* de type 4. Ce comportement ne perd qu'un seul des duels (contre le *coopératif* de type 4) et gagne lorsqu'il est opposé aux offreurs *stratégiques* (et c'est lui aussi qui remporte le plus de duels, on y revient).

Les comportements *stratégiques* s'installent sur les places suivantes. Le *stratégique* de type 4, le plus performant dans sa catégorie, occupe la troisième place, talonné de près par le *stratégique* de type 1. Le tableau 5.14 présente la totalité de ce classement dressé en fonction du nombre de match à l'issue desquels le comportement est invaincu.

Tableau 5.14 Classement des comportements à l'issue du tournoi à deux par nombre de matchs sans défaite (sur 11 matchs en total)

Comportement	Nombre de matchs duels non perdus (gagnés ou nuls)
Coop4	11
PP4	10
Strat4	8
Strat1	7
PP1	7
Coop2	6
Coop3	6
Strat3	6
Coop1	5
PP2	4
Strat2	3
PP3	2

L'ordre des comportements se modifie légèrement si le critère de classification est le score final. Ce score est calculé en attribuant 3 points pour chaque victoire, 1 point pour chaque match nul et 0 points en cas de défaite.

Tableau 5.15 Classement des comportements à l'issue des duels en fonction de leur score final

Comportement	Score final*
PP4	28
Coop4	27
Strat4	24
Strat1	21
Strat3	18
PP1	17
Coop2	12
Coop3	12
Coop1	9
Strat2	9
PP2	8
PP3	4

*3 points si gain, 1 point si nul, 0 points si défaite

C'est le *preneur de prix* de type 4 qui s'impose à la tête de ce classement avec 28 points gagnés. Il est suivi de près par le *coopératif* de type 4 et le *stratégique* de type 4. Les résultats

très bons obtenus par le *preneur de prix* de type 4 sont confirmés par un autre classement, réalisé cette fois-ci selon le profit cumulé moyen obtenu par chaque comportement¹.

Tableau 5.16 Classement des comportements à l'issue des duels en fonction de leurs profits moyens totaux

Comportement	Profit moyen cumulé sur tous les marchés
PP4	2,15
Coop4	1,84
PP1	1,01
Strat4	0,2
Coop3	-0,11
Coop2	-1,72
Strat1	-2,3
Strat3	-3,68
Strat2	-4,49
Coop1	-4,51
PP2	-6,33
PP3	-9,08

profit moyen par période rapporté au profit de l'issue de concurrence

On observe que le profit cumulé moyen obtenu par le *preneur de prix* de type 4, quel que soit son adversaire sur le marché, est de 2,15 fois le profit qui serait obtenu en adoptant la politique de l'issue de concurrence. Le *preneur de prix* réussit donc à obtenir sur les marchés sur lesquels il participe bien plus que le profit qu'il était censé obtenir ! Ce comportement est porté à la première place par une conjoncture favorable : il exploite les politiques adoptées par ses adversaires avec un temps de retard, tout en anticipant, sur un éventuel rationnement.

Le comportement *coopératif* de type 4 occupe la deuxième place. Ce comportement obtient en moyenne 1.84 fois le profit de l'issue de concurrence, ce qui ne représente que 40% du profit qu'il pourrait obtenir en adoptant la politique de l'issue de cartel². Le *coopératif* de type 4 obtient donc moins que le profit qu'il est censé obtenir ! Si ce comportement occupe la deuxième place, c'est surtout grâce à sa précaution extrême, qui le protège des comportements plus *stratégiques* et moins grâce à sa capacité d'exploiter l'issue de cartel.

¹ Il s'agit de la moyenne des profits moyens obtenus par chaque comportement lors des 11 duels rapportée au profit de l'issue de concurrence.

² D'après ce raisonnement, le *preneur de prix* obtient lui, environ la moitié du profit d'un monopoliste !

A la troisième place de ce classement on retrouve un autre *preneur de prix*, le type 1. Comme on pouvait s'y attendre, ce comportement obtient le profit qui correspond à l'issue de concurrence.

Le *stratégique* de type 4 réussit moins bien sur les marchés sur lesquels il participe et obtient en moyenne et à chaque période un profit très légèrement supérieur au profit de l'issue de concurrence ! Ce comportement, malgré la complexité de son raisonnement et la capacité de calcul très développée, ne réussit qu'un résultat moyen assez médiocre. Il subit des pertes importantes pendant les phases de « guerre de prix » qu'il provoque lui-même, et n'occupe cette place dans le classement final que grâce à ces performances contre les comportements dont le degré d'inertie est très important.

Les résultats moyens obtenus par le *stratégique* de type 1 et le *stratégique* de type 3 renforce l'impression que les performances de ces comportements sont en dessous des attentes que l'on aurait pu avoir les concernant : ces comportements ne réalisent tout simplement pas de profits lors de ces duels.

Parmi les trois comportements qui semblent dominer tous les autres, deux étaient « inattendus ». Il s'agit du comportement *coopératif* de type 4 et du *preneur de prix* de type 4¹. Non seulement ces deux comportements n'ont pas d'intentions agressives mais, de plus, le *coopératif* de type 4 ne met en place aucune action qui pourrait gêner ses adversaires. Ces trois comportements réussiront-ils à s'imposer sur le marché lorsque leurs proportions relatives diminuent et lorsque la diversité des conduites adoptées sur le marché augmente encore ?

2.2 Les tournois avec trois comportements sur le même marché

Dans le premier paragraphe il s'agit tout simplement de faire le point sur les issues qui résultent des divers tournois organisés. Le deuxième paragraphe présente un classement des comportements à la fin de ces tournois.

¹ Il est assez délicat de départager ces deux comportements. Si l'on regarde l'issue du match direct, alors c'est le *coopératif* de type 4 qui remporte le duel. Les classements alternatifs réalisés (en fonction du score final et du profit moyen obtenu lors de tous les duels) donnent un avantage au *preneur de prix*.

2.2.1 Baisse significative de la proportions des issues finales « stables » et « efficaces », baisse modéré de la proportion des issues en forme de cycle et hausse significative de la proportion des issues finales « inefficaces »

Les issues observées lors de ces interactions peuvent être classées dans les mêmes catégories que celles établies précédemment.

- Les issues « stables »

Parmi les 208 interactions possibles, trois seulement aboutissent à une issue stable. Il s’agit, comme on peut s’y attendre, des marchés sur lesquels les comportements des offreurs sont très peu adaptables aux évolutions constatées sur le marché : les *preneurs de prix* de type 1, les *coopératifs* de type 1 et, soit les *coopératifs* de type 2, soit les *coopératifs* de type 3¹. Le tableau ci dessous présente les données synthétiques qui caractérisent ces rencontres.

Tableau 5.17 Données synthétiques concernant les tournois à trois qui aboutissent à des issues stables entre le *preneur de prix* de type 1 et les *coopératifs* de type 1, 2 et 3 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Stabilisation efficace à une issue intermédiaire (cohabitation)	PP1	Coop1	Coop2	1,34 0,01	0,59 0,02	0 0,01
		Coop1	Coop3	1,33 0,01	0,56 0,03	-0,02 0,02
		Coop2	Coop3	1,33 0,01	0,56 0,04	-0,02 0,02

Une issue de prix stable mais qui subit des accidents de basculement a été observée sur les marchés sur lesquels ont participé les *coopératifs* de type 4, les *preneurs de prix* de type 1 et l’un des trois autres comportements *coopératifs*. Les prix moyens sont plus élevés par rapport aux marchés qui se sont finalisés par une issue de prix stable et efficace. L’indice de coopération est lui aussi meilleur. Les données synthétiques obtenues lors de ces rencontres sont présentées dans le tableau ci-dessous.

¹ Les évolutions des prix moyens et des indices de coopération et de coordination sont identiques aux évolutions tracées sur les figures 5.30 et 5.31. Cependant, le prix moyen au quel se stabilisent les échanges est légèrement plus élevé sur les marchés réalisés dans le tournoi à trois en raison de l’augmentation de la proportion des offreurs qui adoptent la politique de l’issue de cartel. De même, la valeur de l’indice de coopération est également meilleure sur ces marchés.

Tableau 5.18 Données synthétiques concernant les rencontre qui ont abouti à une issue « stable » et « efficiente » entre les *preneurs de prix* de type 1 et les *coopératifs* de type 4 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Stabilisation à une issue intermédiaire ("incidents")	PP1	Coop4	Coop1	1.35 0.11	0.61 0.15	-0.01 0.02
			Coop2	1.3 0.09	0.52 0.12	-0.01 0.02
			Coop3	1.32 0.06	0.54 0.1	-0.02 0.02

- Les issues en forme de cycle

Une issue de cycle de prix à la Edgeworth a été observée lors de 42 rencontres. Dans toutes ces interactions, au moins l'un des comportements a été de nature *stratégique*. Les données synthétiques caractérisant ces marchés apparaissent dans les tableaux ci-dessous¹.

Tableau 5.19 Données synthétiques calculées pour les interactions entre trois comportements (deux comportements *stratégiques* et un comportement *coopératif*, chacun de ces comportements étant présent sur un marché de 10 offreurs en proportions égales) qui ont abouti à la mise en place d'une issue de prix en forme de cycle edgeworthien

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Cycle de prix à la Edgeworth	Coop1	Strat1	Strat3	1.38 0.08	-1.17 0.81	0.58 0.27
			Strat4	1.32 0.11	-1.24 1.04	0.55 0.35
		Strat3	Strat4	1.31 0.1	-1.18 0.93	0.53 0.31
	Coop3	Strat1	Strat3	1.15 0.15	-0.69 0.97	0.29 0.36
			Strat4	1.18 0.16	-1.15 1.19	0.43 0.43
		Strat3	Strat4	1.19 0.16	-1.18 1.1	0.45 0.41
	Coop4	Strat1	Strat3	1.21 0.22	-1.71 1.52	0.59 0.56
			Strat4	1.17 0.2	-1.33 1.07	0.46 0.42
		Strat3	Strat4	1.18 0.17	-1.68 1.2	0.58 0.46

¹ Les évolutions des prix moyens et des indices de coopération et de coordination sont de la même nature que les évolutions représentées sur les figures 5.11 et 5.12.

Tableau 5.20 Données synthétiques calculées pour les interactions entre les *stratégiques* et les *coopératifs* (chacun de ces comportements est présent sur un marché de 10 offreurs en proportions égales) qui ont abouti à la mise en place d'une issue de cycle de prix à la Edgeworth

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Cycle de prix à la Edgeworth	PP1	Strat1	Strat3	1.18 <i>0.16</i>	-1.67 <i>1.36</i>	0.55 <i>0.53</i>
			Strat4	1.17 <i>0.17</i>	-1.59 <i>1.23</i>	0.52 <i>0.45</i>
		Strat3	Strat4	1.16 <i>0.15</i>	-1.61 <i>1.19</i>	0.53 <i>0.45</i>
			Strat3	1.24 <i>0.22</i>	-2.41 <i>1.92</i>	0.78 <i>0.73</i>
	PP2	Strat1	Strat4	1.18 <i>0.17</i>	-2.01 <i>1.41</i>	0.62 <i>0.5</i>
			Strat3	1.2 <i>0.17</i>	-2.17 <i>1.46</i>	0.68 <i>0.51</i>
		Strat3	Strat4	1.2 <i>0.19</i>	-1.82 <i>1.62</i>	0.61 <i>0.63</i>
			Strat4	1.16 <i>0.17</i>	-1.6 <i>1.34</i>	0.5 <i>0.48</i>
	PP4	Strat1	Strat4	1.16 <i>0.15</i>	-1.64 <i>1.22</i>	0.55 <i>0.47</i>
			Strat3			
		Strat3	Strat4			
			Strat4			

Tableau 5.21 Données synthétiques calculées pour les interactions entre les *stratégiques* et les *coopératifs* qui ont abouti à la mise en place d'une issue de cycle de prix à la Edgeworth (tournoi à trois, chacun des comportements étant présent sur un marché de 10 offreurs en proportions égales)

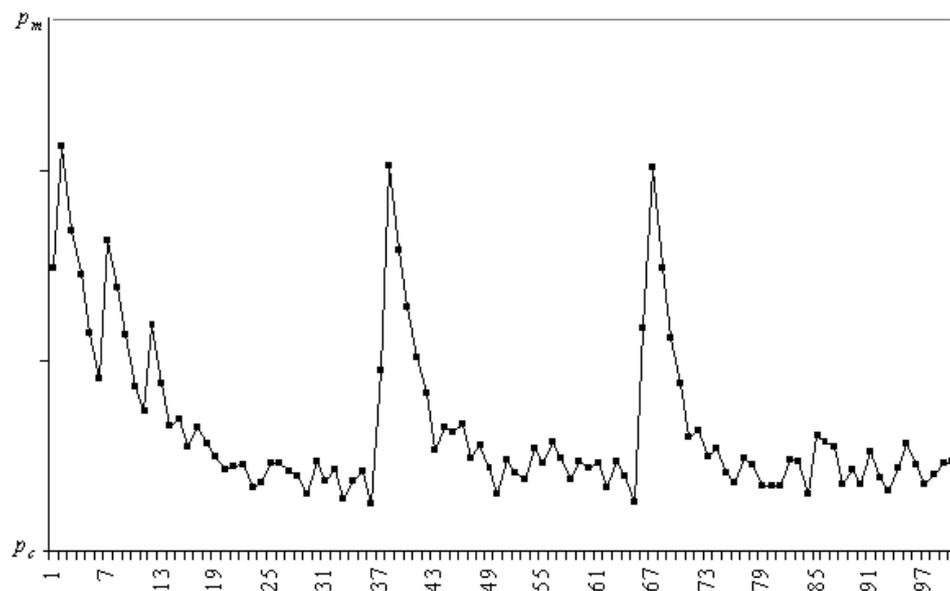
Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Cycle de prix à la Edgeworth	PP1	PP2	Strat1	1.11 <i>0.11</i>	-0.93 <i>0.88</i>	0.29 <i>0.34</i>
			Strat3	1.12 <i>0.09</i>	-1.21 <i>0.85</i>	0.4 <i>0.32</i>
			Strat4	1.07 <i>0.08</i>	-0.89 <i>0.7</i>	0.27 <i>0.26</i>
		PP4	Strat1	1.11 <i>0.12</i>	-0.82 <i>0.96</i>	0.27 <i>0.39</i>
			Strat3	1.13 <i>0.1</i>	-1.25 <i>0.85</i>	0.43 <i>0.35</i>
			Strat4	1.07 <i>0.07</i>	-0.78 <i>0.64</i>	0.26 <i>0.23</i>
	PP2	PP4	Strat1	1.11 <i>0.11</i>	-1.12 <i>0.97</i>	0.33 <i>0.34</i>
			Strat3	1.17 <i>0.14</i>	-1.74 <i>1.24</i>	0.54 <i>0.46</i>
			Strat4	1.1 <i>0.11</i>	-1.26 <i>0.94</i>	0.37 <i>0.32</i>

Tableau 5.22 Données synthétiques calculées pour les interactions entre les comportements appartenant aux trois familles et qui ont abouti à la mise en place d'une issue de cycle de prix à la Edgeworth (rappel: les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Cycle de prix à la Edgeworth	Strat1	Coop1	PP1	1.26 0.04	-0.57 0.41	0.34 0.14
		Coop3	PP4	1.09 0.09	-0.44 0.6	0.17 0.22
		Coop4	PP1	1.12 0.14	-0.74 0.6	0.27 0.25
			PP2	1.16 0.17	-1.31 1.17	0.44 0.44
			PP4	1.16 0.19	-0.99 0.99	0.37 0.39
		Strat3	Coop1	PP1	1.28 0.06	-0.79 0.56
	Coop3		PP4	1.12 0.11	-0.7 0.74	0.27 0.29
	Coop4		PP1	1.11 0.13	-0.78 0.58	0.28 0.24
			PP2	1.16 0.16	-1.4 1.17	0.46 0.44
			PP4	1.17 0.17	-1.4 1.15	0.49 0.46
	Strat4	Coop1	PP1	1.27 0.06	-0.69 0.57	0.37 0.19
		Coop3	PP4	1.08 0.04	-0.14 0.31	0.11 0.12
		Coop4	PP1	1.11 0.13	-1.12 0.81	0.37 0.32
			PP2	1.1 0.13	-0.84 0.77	0.29 0.29
			PP4	1.09 0.14	-0.73 0.65	0.26 0.23

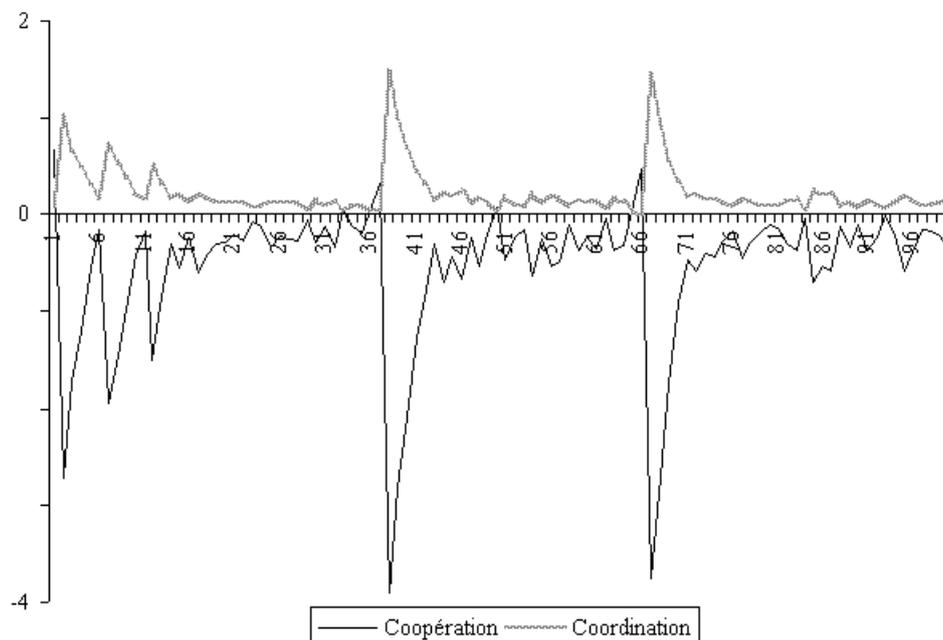
En plus du cycle edgeworthien on a pu observer l'apparition d'un cycle un peu différent. Ce cycle présente en plus une phase supplémentaire d'ajustement avant la phase d'envol. Ce type d'issue a été observé sur 13 marchés. Pour illustrer ce phénomène, la figure ci-dessous présente l'évolution du prix moyen sur un marché sur lequel les *coopératifs* de type 2 rencontrent les *stratégiques* de type 1 et les *stratégiques* de type 4.

Figure 5.34 Evolution du prix moyen observé lors de la rencontre entre les *coopératifs* de type 2, les *stratégiques* de type 1 et les *stratégiques* de type 4 (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)



Les « hésitations » du prix moyen avant son basculement vers le prix de l'issue de cartel s'expliquent par le fait que les *coopératifs* sont très difficiles à stabiliser : dès lors qu'ils réalisent leurs ventes, ils augmentent leurs prix à la période suivante en s'exposant à de nouvelles méventes. Les indices de coopération et de coordination sur ces marchés suivent des trajectoires similaires et sont représentées sur la figure ci-dessous.

Figure 5.35 Evolutions des indices de coopération t de coordination lors de la rencontre entre les coopératifs de type 2, les stratégiques de type 1 et les stratégiques de type 4 (rappel: les comportements sont présents sur le marché en parts égales)



Les tableaux ci dessous présentent les données synthétiques récoltées sur les autres marchés qui se finalisent par le même type d'issue.

Tableau 5.23 Données synthétiques calculées pour les interactions entre les comportements *stratégique* et *coopératif* qui ont abouti à la mise en place d'une issue en forme de cycle avec une phase d'ajustement supplémentaire (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Cycle de prix avec des oscillations intermédiaires	Coop2	Strat1	Strat3	1.11 0.02	-0.36 0.13	0.16 0.03
			Strat4	1.1 0.08	-0.38 0.67	0.17 0.24
	Strat3	Strat4	Strat3	1.13 0.02	-0.31 0.11	0.16 0.03
			Strat4			

Tableau 5.24 Données synthétiques calculées pour les interactions entre les comportements *stratégique* et *preneur de prix* qui ont abouti à la mise en place d'une issue en forme de cycle avec une phase d'ajustement supplémentaire (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Cycle de prix avec des oscillations intermédiaires	PP1	Strat1	Strat2	1.11 0.13	-1.15 1.1	0.37 0.41
			Strat2	Strat3	1.09 0.1	-0.92 0.81
		Strat2		Strat4	1.06 0.06	-0.58 0.56
			PP4	Strat1	Strat2	1.05 0.02

Tableau 5.25 Données synthétiques calculées pour les interactions entre les comportements *stratégique*, *coopératif* et *preneur de prix* ont abouti à la mise en place d'une issue en forme de cycle avec une phase d'ajustement supplémentaire (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Cycle de prix avec une phase d'ajustement supplémentaire	Coop3	PP1	Strat1	1.11 0.08	-0.26 0.52	0.15 0.19
			Strat3	1.11 0.05	-0.14 0.27	0.12 0.1
			Strat4	1.11 0.08	-0.56 0.78	0.24 0.27
		PP2	Strat1	1.11 0.1	-0.62 0.7	0.22 0.28
			Strat3	1.09 0.03	-0.34 0.15	0.15 0.04
			Strat4	1.1 0.05	-0.24 0.27	0.13 0.09

Les autres interactions ont abouti à des issues plus ou moins stables mais situées au voisinage d'un prix supérieur au prix de l'issue de concurrence. Ces issues peuvent être toutes qualifiées d'« inefficientes » en raison du fait que l'offre du marché est supérieure à la demande totale et que les résultats globaux des offreurs sont négatifs. Les données synthétiques qui caractérisent ces rencontres sont présentées dans l'Annexe E.3.

L'augmentation de la diversité des comportements sur le marché et la baisse de la proportion relative de chaque comportement a pour résultat une baisse très significative de la fréquence avec laquelle on voit apparaître des issues stables et efficaces (qui n'est plus que de 3%). De même, il y a une baisse aussi de la fréquence d'apparition des issues en forme de cycle de prix (qui n'apparaît que dans 26% des interactions). La plupart des interactions se finalisent par la mise en place des issues de type « inefficiente » (dans 71% des interactions).

2.2.2 Le *preneur de prix* 4, gagnant relatif des confrontations à trois entre les comportements

Comment la variété dans les conduites adoptées par les offreurs et la baisse dans les proportions relatives de chaque comportement affectent-elles les performances des comportements ? Si l'on considère uniquement le nombre de matchs non perdus par chaque comportement, alors on obtient le classement présenté dans le tableau 5.26¹ qui est assez différent par rapport au classement réalisé selon le même critère à l'issue des duels.

Tableau 5.26 Classement des comportements à l'issue du tournoi à trois par nombre de matchs sans défaite (sur 55 matchs en total)

Comportement	Nb de matchs non perdus
PP4	52
Strat4	41
Strat1	36
Coop4	30
Strat3	29
PP1	29
PP2	20
Coop3	14
Coop2	11
Strat2	7
Coop1	6
PP3	2

A l'issue de ce tournoi il est évident que l'on n'a pas un gagnant absolu qui dominerait d'une manière claire tous les autres comportements. Même si le comportement de *preneur de prix* de type 4 semble s'en sortir le mieux, il est, tout de même, battu trois fois. Sur les deux places suivantes, on trouve les *stratégiques* de type 4 et de type 1 qui sont favorisés par la baisse du nombre d'offreurs qui adoptent ces comportements. Les *coopératifs* de type 4, qui étaient en tête du classement réalisé selon le même critère à la fin des duels, n'occupent que la quatrième place, avec 25 défaites. Ce comportement est talonné dans le classement par le *stratégique* de type 3 et par le *preneur de prix* de type 1². Les comportements situés sur les

¹ Les résultats de chacune des interactions sont présentés dans l'Annexe E.3.

² Les écarts entre les comportements se creusent lorsqu'on considère uniquement les matchs gagnés (on élimine les matchs dans lesquels les trois comportements obtiennent le même résultat). Les *preneurs de prix* de type 4 sont toujours à la première place, avec 50 matchs gagnés, tandis que les *coopératifs* de type 4 se situent au milieu de ce classement avec seulement 25 matchs gagnés.

dernières places dans ce classement sont les mêmes que dans le classement réalisé à la suite des duels : le *stratégique* de type 2, le *coopératif* de type 1 et le *preneur de prix* de type 3.

Un classement similaire (pas de changement majeur dans l'ordre des comportements en haut du classement) peut être établi selon le critère du score final obtenu par chaque comportement. Ce classement est présenté dans le tableau 5.27.

Tableau 5.27 Classement des comportements à l'issue du tournoi à trois en fonction du score final obtenu par chaque comportement

Comportement	Score final*
PP4	288
Strat4	240
Strat1	222
Strat3	176
Coop4	175
PP1	175
PP2	136
Coop3	109
Strat2	70
Coop2	55
PP3	28
Coop1	27

* 6 points si le comportement bat les deux autres comportements présents sur le marché, 4 points si le comportement finit à l'égalité avec un autre, en gagnant contre le troisième, 2 points si le comportement finit deuxième, 1 point si tous les comportement font match nul et 0 points en cas de défaite

L'ordre des comportements varie légèrement lorsqu'on considère comme critère de départage le profit moyen obtenu lors de toutes les rencontres auxquelles participe un comportement. Les deux premiers places sont occupés par les mêmes comportements que dans les deux classements précédents : le *preneur de prix* de type 4 et le *stratégique* de type 4. En revanche, on observe que les profits moyens obtenus par ces comportements sont meilleurs que les profits moyens qu'ils avaient obtenus à l'issue des duels. Le *preneur de prix* de type 4 obtient en moyenne 3 fois le profit qui correspond à l'issue de concurrence. Le *stratégique* de type 4 obtient en moyenne 2 fois le profit qui correspond à l'issue de concurrence (ce qui correspond à 46% du profit qu'obtiendrait un monopoleur sur ce marché). Le *coopératif* de type 4 et le *preneur de prix* de type 1 se partagent la troisième place, en obtenant en moyenne le profit de l'issue de concurrence. Ce résultat n'est guère étonnant car, pour ces deux comportements, le profit de l'issue de concurrence était en quelque sorte « garanti » de par leurs règles de comportement. Ainsi, la position qu'ils occupent n'est pas due à leur ruse dans les interactions

avec les autres mais plutôt à la maladresse de leurs adversaires qui obtiennent des profits négatifs !

Tableau 5.28 Classement des comportements à l'issue du tournoi à trois en tenant compte du profit moyen obtenu sur tous les marchés sur lesquels participe ce comportement (sur 55 matchs en total)

Comportement	Profit cumulé moyen*
PP4	3.04
Strat4	2.01
Coop4	1.16
PP1	1.01
Strat1	0.25
Coop3	-1.26
Strat3	-2.28
PP2	-2.87
Coop2	-3.93
Strat2	-4.4
PP3	-8.09
Coop1	-8.74

* rapporté au profit de l'issue de concurrence

Lors des duels, trois comportements réalisent les meilleurs résultats : les *coopératifs* de type 4, les *preneurs de prix* de type 4 et les *stratégiques* de type 4 (chacun de ces comportements est le plus évolué dans sa catégorie). Cependant, leur ordre dans le classement change légèrement en fonction du critère qui est retenu : nombre de matchs non perdus, score final ou profit cumulé moyen.

A l'issue du tournoi à trois, le comportement qui s'en sort le mieux (quel que soit le critère retenu) est le *preneur de prix* de type 4 suivi par le *stratégique* de type 4. La vulnérabilité du *coopératif* de type 4 semble l'emporter sur sa prévoyance car ce comportement est battu dans ce tournoi un nombre important de fois. Il finit, selon ce critère, à la quatrième place, derrière le *stratégique* de type 1. S'il y a un « gagnant » dans ces tournois, c'est le *preneur de prix* de type 4, même si sa victoire n'est que relative !

Conclusion

L'hypothèse que les offreurs sur le marché adoptent leurs comportements de manière rationnelle, compte tenu de leur « héritage », nous a conduit à réaliser deux séries de tournois dans lesquels les comportements se sont affrontés. On a pu ainsi avoir une confirmation

empirique du fait que, sur le marché, toutes les issues *a priori* observables peuvent se réaliser : les issues de prix stables (situés soit à l'issue de concurrence, soit à l'issue de cartel) et les issues de prix en forme de cycle de prix à la Edgeworth. En plus de ces issues « classiques », d'autres types d'issues ont été mises en évidence : des issues stables avec « incidents », des issues de cycle de prix nécessaire à l'ajustement des politiques et des issues de cycle de prix à la Edgeworth avec une phase supplémentaire de « tâtonnement ». Enfin, lorsque les offreurs sur le marché se préoccupent uniquement de leurs propres ventes, les marchés peuvent se stabiliser à un prix supérieur au prix de l'issue de concurrence même si sur ces marchés il y a un excès de l'offre par rapport à la demande totale.

Le *preneur de prix* de type 4 accumule les meilleurs scores sur les marchés sur lesquels il participe. A l'issue des tournois, son profit cumulé moyen est même au dessus du profit que ce comportement était censé obtenir. Son avantage est renforcé lorsqu'on augmente la diversité des comportements qui apparaissent sur le marché.

Cependant, la méthode de classement des comportements à l'issue des tournois a deux limites assez importantes. Premièrement, pour tester tous les dosages possibles entre les divers comportements sur le même marché on devrait créer un nombre de tournois très importants dont le traitement pourrait s'avérer fastidieux. Deuxièmement, cette méthode ne permet pas que les offreurs changent de comportement lorsqu'ils se rendent compte que leurs résultats sont très mauvais. D'ailleurs, les profits cumulés moyens obtenus par la plupart des comportements sont négatifs ! Le tournoi n'est donc pas en mesure de nous dire comment fonctionnerait le marché si ces comportements pouvaient se sélectionner entre eux. Le *preneur de prix*, serait-il toujours parmi les gagnants du processus de sélection ? Pourrait-il augmenter son avantage ? Quelle issue serait observée sur le marché à la fin du processus de sélection ? L'issue de concurrence, est-elle enfin capable de s'imposer sur ce marché... au terme de la sélection des « meilleures » stratégies ?

CHAPITRE 6. LE PROCESSUS DE SELECTION NATURELLE SUR UN MARCHÉ DECENTRALISÉ : SUPREMATIE DE L'UN DES COMPORTEMENTS *COOPERATIFS* ; ETAT FINAL DE QUASI- CARTEL

Les économistes associent depuis longtemps le phénomène de concurrence au processus de sélection naturelle. Parmi les nombreuses pratiques que peuvent adopter les firmes, il est naturel de penser que celles qui marchent le mieux se disséminent : les nouveaux arrivés adoptent d'emblée les stratégies réputées efficaces et les firmes déjà en place sont tentées d'imiter leurs adversaires qui réussissent. Dans tous les cas, l'évolution devrait laisser survivre et proliférer uniquement ces « meilleures » stratégies.

L'organisation d'un processus de sélection naturelle parmi les 12 comportements présentés dans le chapitre précédent a deux avantages évidents. Premièrement, cela permet de simuler un nombre massif de marchés sur lesquels les comportements se rencontrent dans des proportions très différentes. Deuxièmement, cette méthode permet de prendre en compte la capacité des offreurs à changer de conduite si leurs résultats moyens sont très mauvais. Certains comportements qui se sont avérés très peu performants lors des tournois devraient disparaître rapidement du marché en laissant ainsi la place aux comportements plus performants.

A la fin du chapitre précédent, on avait conclu que lors des tournois organisés, le comportement qui remporte les meilleurs résultats est un comportement de *preneur de prix* fondé sur le paradigme concurrentiel classique basé sur la figure du marché centralisé. De plus, la capacité de ce comportement à remporter les combats s'améliore lorsque sa proportion relative aux autres conduites adoptées sur le marché diminue. Cette caractéristique peut jouer à son avantage lors des premières phases du processus de sélection naturelle pendant lesquelles la variété des comportements est très élevée. Ces résultats représentent-ils des indices nous permettant d'espérer qu'à l'issue du processus de sélection naturelle le comportement de *preneur de prix* s'installera sur tous les marchés apportant avec lui une stabilisation des échanges au voisinage de l'issue de concurrence ? Ou d'autres comportements le devanceront-ils, et dans ce cas, quel type d'issue s'installera sur les

marchés à la fin du processus de sélection naturelle ? Telles sont les questions centrales qui animent ce chapitre.

La première section présente la démarche suivie pour organiser le processus de sélection naturelle entre les 12 comportements et situe nos travaux dans l'ensemble des travaux évolutionnaires réalisés. La deuxième section présente les résultats obtenus lors de notre simulation centrale ainsi que les résultats obtenus lors de 6 autres simulations complémentaires destinées à vérifier la robustesse de nos conclusions.

1. Mise en place d'une démarche évolutionnaire pour l'étude des marchés

La démarche évolutionnaire intéresse les économistes depuis les années 1950. Comme cette section le montre, cet argument a été souvent invoqué pour défendre l'idée de la rationalité économique. Mais si, à cette période-là on parle plutôt d'une intuition que d'une « vraie » démarche évolutionnaire, elle a donné naissance aux lignes conductrices des recherches actuelles. Elles seront développées afin de nous permettre de situer nos propres travaux.

1.1 Etat de l'art autour du rôle de l'évolution en économie

Le développement de la recherche autour du processus de sélection naturelle est caractérisé par trois temps forts. Le premier temps fort correspond à la première moitié du siècle dernier quand s'est opéré, parmi les économistes, un vif débat concernant la pertinence de l'hypothèse de rationalité des agents économiques, hypothèse fondamentale de l'économie néoclassique. Sans vouloir reproduire ce débat, nous montrons qu'il a été l'occasion de l'affirmation d'intuitions concernant la capacité d'un processus de sélection naturelle de ne laisser survivre que les conduites rationnelles. Mais les outils d'analyse nécessaires pour démontrer de telles hypothèses, manquaient à cette période. Il a fallu attendre les années 1970, deuxième temps fort, pour que les développe une démarche analytique pour étudier les

phénomènes de sélection naturelle. Ce sont ces modèles-là qui ont inspiré les premiers travaux des économistes. Depuis, la démarche évolutionnaire lorsqu'elle s'intéresse aux interactions de marché s'est considérablement enrichie et nous pouvons en dégager plusieurs directions de recherche actuelles (troisième temps fort). Cette sous-section présente les principaux arguments proposés lors de ces trois temps.

1.1.1 L'intuition que l'argument de l'évolution pourrait servir à défendre l'hypothèse de la rationalité des agents économiques

Dans la première moitié du XX^{ème} siècle il y eut, parmi les économistes un débat concernant la pertinence de l'hypothèse de la rationalité des agents économiques. Ce débat a été initié par l'enquête bien connue de Hall et Hitch [1939]. Plusieurs voix se sont élevées par la suite pour défendre l'hypothèse de la rationalité des agents et nous rappelons ici surtout deux de ces interventions parce qu'elles ont fait appel à l'argument du processus de sélection naturelle pour asseoir leur démonstration¹.

Pour Alchian [1950], les agents économiques ne peuvent pas adopter un comportement sciemment « rationnel ». En situation d'information incomplète ou d'incertitude, les firmes ne peuvent pas désigner *ex ante* la politique qui sera « optimale ». En revanche, un ensemble de conditions peut faire en sorte qu'une politique se révèle « meilleure » qu'une autre *ex post*. Dans ce contexte, ce n'est pas la notion d'optimisation *a priori* qui a un sens et tout ce qui compte dans le processus d'évolution est le fait d'obtenir des profits positifs et non pas forcément les résultats optimaux. Les pratiques des firmes qui obtiennent des résultats positifs (ou les résultats les « meilleurs ») sont ensuite *imitées* par les autres firmes. Lorsque le processus d'imitation n'est pas complet ou parfait, les firmes peuvent engendrer de nouvelles pratiques (le phénomène d'innovation). A long terme, l'état observé sur le marché sera voisin de l'état décrit par la théorie sous l'hypothèse d'une optimisation *a priori*, quoique, contrairement au modèle standard, les participants sur ce marché sont *a priori* « non rationnels » et que leurs comportements ne consistent qu'à imiter des pratiques observées, ou à innover de nouvelles pratiques selon un processus qui peut s'assimiler à un simple tirage au sort.

¹ Nous avons ainsi omis de présenter l'intervention bien connue de Machlup [1946] car elle ne se fonde pas sur l'argument d'une sélection naturelle, bien que cette contribution ait été très appréciée dans ce débat d'idées.

Comme le marché sélectionne uniquement les firmes qui obtiennent des résultats positifs, à la fin du processus seules les firmes dont les comportements sont proches de ceux supposés par l'analyse économique survivent. Dans ce processus de sélection, le rôle moteur est joué par l'imitation et dans une moindre mesure par l'innovation. Les modèles économiques fondés sur l'hypothèse de la rationalité parfaite peuvent être appliqués pour analyser les marchés (les industries), même si les issues qui sont observées ne sont pas produites par l'adoption, par les agents économiques, des comportements rationnels, mais par les forces évolutionnaires à l'œuvre sur ces marchés.

« L'économiste peut faire des prédictions globales, concernant l'industrie, comme si chacune des entreprises en place savait comment appliquer des politiques qui garantissent des profits maximaux à long terme. »

(Enke, [1951], notre traduction¹)

Dans le cadre de ce débat, l'intervention peut être la plus connue est celle de Friedman [1953]. Cette intervention a mis les bases de ce qu'on appelle l'« approche positiviste » et elle propose de juger la validité d'une hypothèse non pas du point de vue de son réalisme intrinsèque mais du point de vue du réalisme des conséquences que cette hypothèse produit. Friedman prend l'exemple du comportement de maximisation. Son intuition est la suivante : même si en réalité, les agents économiques n'adoptent pas leurs politiques selon le processus décrit dans les manuels de microéconomie (en égalisant prix et coût marginal), le processus de sélection sur le marché fait qu'en fin de compte, les seuls agents économiques qui survivent sont ceux dont les politiques adoptées correspondent à cette hypothèse de comportement. Ainsi, les agents adoptent, sans qu'ils l'aient voulu ou recherché, des politiques qui sont celles qu'un agent « maximisateur » adopterait.

« Peu importe le déterminant immédiat apparent de ce comportement- force de l'habitude, simple chance ou quoi que ce soit d'autre. Quand ce déterminant conduit à un comportement conforme à la maximisation rationnelle des recettes, les entreprises prospèrent et se dotent de ressources leur permettant de croître ; quand il n'y parvient pas, les entreprises perdent des

¹ Dans le cadre de ce débat, l'intervention de Enke est légèrement différente de celle de Alchian car ce qu'il défend ce n'est pas le comportement rationnel mais l'action « viable », c'est-à-dire les entreprises qui peuvent être « viables » selon les caractéristiques du milieu dans lequel elles évoluent (voir, à ce sujet Vromen [1995]).

ressources et ne peuvent continuer d'exister que si des ressources leur sont apportées de l'extérieur. Le processus de « sélection naturelle » contribue à valider l'hypothèse¹—ou, plus exactement étant donné la sélection naturelle, l'acceptation de l'hypothèse peut être fondée sur le fait qu'elle résume de manière adéquate les conditions de survie entrepreneuriale- ».

(Milton Friedman, [1953])

L'argument évolutionnaire est ainsi employé, dans le cadre de ce débat, dans le but de défendre *ex post* l'hypothèse de la rationalité des agents économiques². La concurrence, envisagée ici comme agissant parmi les conduites adoptées sur le marché, est censée éliminer les comportements non-conformes à cette hypothèse. Toutefois, ces travaux ne proposent pas une vraie démarche évolutionnaire afin de soutenir cette argumentation. Il a fallu attendre le début des années 1970 pour qu'une véritable démarche de ce genre.

1.1.2 Les travaux des biologistes

Dans le cadre de la démarche initiée par les biologistes on suppose qu'il y a une population d'individus de taille très importante, chaque individu étant génétiquement programmé pour adopter un comportement donné. Les individus dans cette population se rencontrent et de chaque couple possible résulte un descendant qui « hérite » le comportement du parent dont la capacité de survie (*fitness* en anglais) est la plus élevée. Un processus naturel de « mort » affecte chaque individu dans la population finale. Le mécanisme de sélection consiste à ce que les comportements dont les capacités de survie sont les plus élevées aient le plus de descendants. Le mécanisme que nous venons de décrire est appelé un mécanisme de sélection à l'intérieur du champ d'interaction (*play the field* en anglais). Il caractérise donc les populations de taille très importante à l'intérieur desquelles les interactions ont lieu en continu. La taille de la population n'est pas fixe au cours du temps : elle se modifie en permanence en fonction des rencontres qui ont lieu et des « morts » qui surviennent.

¹ Il s'agit de l'hypothèse de l'adoption d'un comportement de maximisation des recettes, notre note.

² Becker [1962] contribue également à ce débat en montrant que les théorèmes économiques fonctionnent (il prend l'exemple de la forme décroissante de la fonction de demande) même si les agents sont irrationnels. Ce sont les changements dans les coûts d'opportunité des individus qui constituent le principe général des l'économie néoclassique.

Les biologistes sont particulièrement intéressés par les propriétés de stabilité de l'« état final » de ce processus. Par « état final stable » on entend la situation dans laquelle les proportions relatives des comportements restent fixes au fil du temps. Cet état final est dit « évolutionnaire stable » (EES) si, lorsqu'une proportion très faible de comportements « perturbateurs » (c'est-à-dire un comportement qui ne fait pas partie de l'état final) est injectée dans la population totale, cela ne change en rien la composition de la population finale. On entend par là que, lors de la confrontation entre un individu qui adopte l'un des comportements de l'état final et un autre individu qui adopte un comportement perturbateur, le descendant de cette rencontre hérite du comportement du premier.

La théorie des jeux évolutionnaire est donc fondée sur ces deux concepts : le mécanisme de sélection et l'état d'équilibre évolutionnaire stable. Ce type de démarche a été « importé » telle quelle dans un premier temps dans la théorie des jeux évolutionnaires. Elle a subi, au cours des vingt dernières années, plusieurs modifications afin de s'adapter à l'étude des phénomènes de concurrence sur les marchés.

1.1.3 Les directions actuelles de recherche en économie

Les premiers travaux « évolutionnaires » s'intéressant à l'univers des interactions sur les marchés s'inspirent d'une autre « intuition », parue elle aussi dans les années 1950 et dont l'auteur est John Nash. Cette fois-ci, l'argument évolutionnaire sert à faire le lien entre le concept d'équilibre dans un jeu non coopératif et l'issue d'un processus évolutionnaire. Dans le manuscrit non publié de la thèse de doctorat de Nash [1950] on peut lire, aux pages 21 et 23, deux interprétations de la notion d'équilibre pour les jeux non coopératifs à n joueurs. La première interprétation (page 21), appelée « rationnelle » est celle qui est le plus souvent utilisée : les participants, munis d'une connaissance parfaite et complète de la structure du jeu, jouent une seule fois et lorsqu'ils jouent, ils sélectionnent les stratégies qui les conduisent à la réalisation de l'équilibre.

La deuxième interprétation (page 23) « l'action des masses » (*mass action*, en anglais) a été longtemps ignorée par les économistes. L'intuition de Nash était que le même jeu peut être répété plusieurs fois par des participants qui ne sont pas « rationnels » et qui ne connaissent pas la structure du jeu. La population totale des individus, de taille très importante, est constituée par des individus programmés à jouer une des stratégies possibles dans le jeu, qu'elle soit pure ou mixte (évidemment, il faut que toutes les stratégies possibles soient

présentes dans la population totale). Les individus sont tirés au sort et ils jouent entre eux. Lorsqu'ils jouent, ils adoptent soit la stratégie qu'ils ont été programmés à adopter, soit la stratégie qui a obtenu le plus de gains lors des interactions précédentes. Si la probabilité pour qu'ils adoptent la « meilleure » stratégie est assez élevée, alors la distribution finale des stratégies dans la population totale est identique à la fonction de densité qui correspond à la stratégie mixte d'équilibre dans le jeu simple. Une population composée d'individus ne possédant aucune forme de rationalité et dont le comportement consiste tout simplement à **imiter** le comportement, qui lors de l'interaction passée a obtenu le profit le plus élevé, peut se trouver, à l'issue d'un processus évolutionnaire dans un état identique à celui dans lequel où elle se trouverait si les agents étaient parfaitement rationnels.

Comme Friedman et Alchian à la même époque, Nash non plus ne développe pas cette intuition¹. De plus, la théorie des jeux non coopératifs semble adopter, au moins dans un premier temps, la première hypothèse (rationnelle) pour fonder le concept de l'équilibre de Nash ainsi que tous les raffinements qui lui ont suivis. L'argument évolutionnaire est « oublié » jusqu'à ce que Weibull [1995] propose un cadre formel à sa démonstration.

L'intuition de Nash a fourni donc les prémisses des premiers travaux qui ont servi à l'étude des phénomènes économiques. Les résultats auxquels ils ont aboutis sont relatés dans les deux sous-paragraphes ci-dessous. Les modifications apportées à ce cadre d'analyse ainsi que les principaux résultats obtenus sont présentés dans le sous-paragraphe suivant. Enfin, nous terminons cette présentation par les travaux réalisés en informatique et dont les apports à la compréhension du monde des interactions stratégiques restent fondamentaux en économie (dernier sous-paragraphe).

a) Les travaux s'intéressant aux **propriétés de stabilité** du processus évolutionnaire

Ces travaux cherchent à offrir un cadre d'analyse formel à l'intuition de Nash et une grande partie des hypothèses fondamentales qui constituent le socle de la démarche ont été inspirées par celui-ci. Ainsi, on considère que la population totale des individus doit être de taille très importante et que les individus qui forment cette population sont « programmés » pour adopter toutes les stratégies possibles (pures ou mixtes). Le mécanisme de sélection naturelle

¹ Il y a tout de même une différence entre les deux types d'arguments : pour les défenseurs de la thèse marginaliste, le comportement « rationnel » consiste égaliser coût marginal et prix tandis que pour Nash il s'agit d'adopter la stratégie menant à la réalisation de l'équilibre de Nash.

est appelé « répliation dynamique ». Les rencontres entre les individus ont lieu de manière continue et à la suite de ces rencontres les individus modifient leurs comportements (la stratégie adoptée) en fonction des comportements qui obtiennent les meilleurs résultats par rapport à l'ensemble des interactions.

Il y a là, une différence majeure entre ce mécanisme de sélection et le mécanisme de sélection développé par les biologistes. Avec un mécanisme de sélection à l'intérieur de son champ d'interaction, le « descendant » d'une rencontre hérite du comportement du parent le plus performant, tandis qu'avec un mécanisme de répliation dynamique il y a un changement de comportement de la part des individus les moins performants. De plus, ce changement s'effectue dans le sens des stratégies qui obtiennent les meilleurs scores sur l'ensemble des rencontres auxquelles elles participent.

En suivant l'intuition de Nash, on devrait montrer que ce mécanisme de sélection naturelle conduit à un état final dans lequel les proportions relatives des stratégies survivantes correspondent aux distributions de probabilité affectées à ces stratégies dans le cadre d'une stratégie mixte d'équilibre pour le jeu simple (propriété de convergence). Ensuite, dans le sillage de la démarche évolutionnaire tracée par les biologistes, il faut montrer que cet état est stable à l'introduction des comportements perturbateurs.

Lors d'un survol des résultats obtenus par la théorie des jeux évolutionnaires, Weibull [1994], [1995], [1998] met en évidence les propriétés de convergence d'un mécanisme de « répliation dynamique »¹. Il reste donc à vérifier si cette issue est robuste à l'introduction de comportements perturbateurs, vérifier donc si l'équilibre de Nash coïncide avec un équilibre évolutionnaire stable. Cette vérification se décompose en plusieurs étapes. On considère d'abord que les individus qui forment la population finale adoptent leurs stratégies uniquement parmi les stratégies qui mèneraient à l'issue d'équilibre si le jeu n'était joué qu'une seule fois et par des joueurs parfaitement rationnels. On injecte ensuite dans cette population un petit échantillon d'individus adoptant une stratégie « perturbatrice » (autre que l'une des stratégies adoptées à l'équilibre). On compare le profit moyen qu'obtiendrait un individu issu de la population finale lors de toutes les confrontations auxquels il peut participer (que ce soit contre des individus du même type ou contre des individus adoptant un

¹ La théorie des jeux évolutionnaires est en réalité beaucoup plus complexe que ce que nous allons présenter ici. Nous nous sommes limités aux jeux qui peuvent être assimilés aux jeux de marché. Pour une initiation à la démarche évolutionniste, voir Weibull [1995].

comportement « perturbateur ») avec le profit moyen qu'obtiendrait un individu « perturbateur » lors de toutes les interactions possibles dans lesquelles celui-ci peut se retrouver. Si le profit moyen du premier individu est le plus élevé, alors on peut considérer que la population finale représente un état évolutionnaire stable. Le processus de réplication dynamique est en général stable.

b) Les travaux s'intéressant à la capacité de survie de certains comportements

La théorie des jeux évolutionnaires a offert à l'intuition de Nash un cadre formel d'analyse... L'issue d'équilibre dans le jeu simple peut être atteinte même par des individus ne possédant aucune forme de rationalité. A partir de ce résultat, les économistes se sont retournés vers les contextes de marché pour lesquels il existe un équilibre de Nash en se demandant si le comportement consistant à adopter la stratégie qui correspond à cet issue puisse être sélectionnée par un mécanisme de réplication dynamique.

Dans le cadre de cette démarche, le contexte de marché analysé a été le marché *à la Bertrand*. Dans le processus évolutionnaire envisagé par Qin et Stuart [1997], tous les individus d'une population de taille très importante sont repartis sur des marchés différents. On calcule ensuite, pour chaque stratégie, le profit espéré qu'elle peut obtenir dans **toutes** les interactions possibles dans lesquelles cette stratégie peut se retrouver. Les auteurs montrent que ce processus n'aboutit pas à un équilibre évolutionnaire stable. De plus, la capacité adaptative de la stratégie qui consiste à adopter la politique de l'issue de concurrence est très faible¹. Même si d'autres études évolutionnaires, réalisées sur les autres contextes de marché pour lesquels un équilibre de Nash existe en stratégies pures devraient être réalisées pour qu'on puisse tirer une conclusion robuste sur ce point, il semblerait que la conjecture de l'équilibre de Nash (lorsqu'il correspond à l'issue de concurrence) est prise au défaut sur un marché à prix affichés...

¹ Hehenkamp et Leininger [1999] montrent que l'absence d'équilibre évolutionnaire stable dans le modèle précédent repose sur le fait que l'espace des stratégies des joueurs est continu. Si l'espace des prix était discret, alors le prix entier le plus faible situé juste au dessus du coût marginal serait un équilibre évolutionnaire.

- c) Les travaux qui étudient les propriétés du processus de convergence stochastique vers l'issue de concurrence

Quelques travaux réalisés récemment se proposent de mettre à l'épreuve la conjecture alchienne concernant l'issue de concurrence. D'après les idées développées dans le cadre du débat pro-marginaliste exposées dans le premier paragraphe (1.1.1), le processus de sélection naturelle pourrait faire en sorte que les seules conduites survivantes seraient celles qui mèneraient à l'issue de concurrence sur le marché, indépendamment du fait que cette issue soit un équilibre de Nash ou non dans le jeu simple constituant la base de ce processus.

Vega-Redondo [1997] est l'une des figures les plus connues dans ce domaine. Il analyse un marché à la Cournot sur lequel l'issue d'équilibre dans le jeu simple est différente de l'issue concurrentielle. Le mécanisme de sélection employé dans ses travaux marque le retour au mécanisme de sélection naturelle introduit par John Maynard Smith en biologie : la sélection a lieu à l'intérieur du champ d'interaction de l'individu (*play the field*)¹. Dans le cadre de ce mécanisme on calcule le profit moyen d'une stratégie contre un seul adversaire, choisi arbitrairement et sur la base d'une population considérée de taille fixe. Cependant, on maintient l'hypothèse que les individus ne sont pourvus d'aucune forme de rationalité et qu'ils se contentent d'imiter les stratégies qui obtiennent les meilleurs résultats relatifs. Le comportement des individus sur ce marché est fondé sur l'imitation : à chaque période, un individu décide, avec une probabilité donnée, soit de maintenir sa décision, soit de reproduire la politique dont le profit observé a été le plus élevé. Une fois que l'agent décide entre ces deux alternatives, il a une probabilité très faible d'« innover », c'est-à-dire de tirer aléatoirement une autre politique dans l'ensemble des stratégies possibles. Le processus de convergence vers le point de l'issue de concurrence est exposé de manière explicite, même s'il n'y a pas de « vraie » interaction entre les stratégies. L'issue finale à laquelle aboutit ce

¹ Ce mécanisme a été adapté à l'étude des interactions sur des marchés par Schaffer [1988]. Pour illustrer les différences dans les résultats obtenus avec ce nouveau mécanisme de sélection, nous rappelons que Schaffer [1989], en mettant en « concurrence », dans un marché à la Cournot, l'issue de concurrence et l'issue de l'équilibre de Nash (l'issue de Cournot), a montré que, la stratégie de l'issue de concurrence est plus stable que la stratégie de l'issue de Cournot, qui représentait, pourtant, l'issue de l'équilibre analytique dans le jeu. Sur le même sujet, Ania [2008] montre qu'à l'issue d'un processus évolutionnaire du même type, le vecteur de stratégies qui correspond à l'équilibre de Nash dans le jeu simple est très rarement sélectionnée dans l'ensemble des stratégies qui correspondent à l'équilibre évolutionnaire stable.

processus est basée sur une intuition assez simple : lorsque le prix des échanges est au dessus du prix de l'issue de concurrence, l'individu qui produit beaucoup obtient le profit le plus élevé et donc sa stratégie sera suivie par les autres individus participant aux marchés. Vega-Redondo montre que lorsque la probabilité de l'innovation est assez faible, ce marché converge vers l'issue concurrentielle. **A la fin du processus de sélection naturelle, les échanges se réalisent au prix de l'issue concurrentielle et non pas au prix qui correspond à l'issue d'équilibre dans le jeu simple (issue de Cournot). De plus, cet état est stable car même en injectant, dans la population totale une petite dose d'individus jouant la politique de l'issue de Cournot, leurs profits relatifs seraient toujours plus faibles que ceux obtenus par les individus adoptant la politique de l'issue de concurrence.**

Le résultat obtenu par Vega-Redondo va dans le sens de la prédiction d'Alchian : lorsque les agents sur le marché sont « guidés » par les résultats antérieurs, le marché se retrouve, à la fin du processus de sélection, dans un état « efficace », même si cet état n'est pas un équilibre dans le jeu simple.

Peut-on s'attendre aussi à ce que, sur un marché à prix affichés, la seule stratégie sélectionnée à la fin d'un processus de sélection naturelle soit la stratégie qui correspond à l'issue de concurrence ? Cette question a été, à notre connaissance, très peu étudiée.

Les seuls travaux existants se sont intéressés au contexte d'un marché avec concurrence à la *Bertrand*. Alos-Ferrer, Ania et Schenk-Hoppé [2000] étudient analytiquement le cas d'un marché avec des fonctions de coût marginal en forme de U^1 . Sur ce marché, l'issue de concurrence est un équilibre de Nash mais il n'est pas unique. Dans le jeu simple, l'équilibre de Nash correspond à un intervalle de prix (le prix de l'issue concurrentielle fait partie de cet intervalle) qui est borné en bas par le minimum du coût moyen². Si la règle de décision des agents est fondée sur l'imitation, le marché converge vers un ensemble de prix compris dans l'intervalle des prix d'équilibre. Le prix qui est égal au minimum du coût moyen est exclu de l'ensemble de ce sous-intervalle de prix d'équilibre évolutionnaire. Mais, si les offreurs sur ce

¹ Rhode et Stegeman [2001] analysent les effets d'un processus de sélection naturelle sur un marché de duopole à prix affichés et rendements d'échelle constants. Le bien échangé est un bien différencié. Les offreurs adoptent soit un comportement d'imitation soit un comportement de maximisation. A la fin du processus d'évolution, ce marché ne converge pas vers l'issue d'équilibre du jeu.

² Le modèle analytique de ce marché a été proposé par Dastidar [1995], [1997] et a été présenté dans le premier chapitre, section 2.2.2. Il a été exploré expérimentalement par Abbink et Brandts [2008] et les résultats de ces expérimentations ont été présentés dans le Chapitre 2, section 2.2.3.

marché sont des imitateurs « intelligents »¹, ils n'adoptent que la politique de l'issue de concurrence à la fin du processus évolutionnaire.

Ania [2008] a généralisé ce résultat en montrant que tous les jeux avec des externalités faibles², convergent à la fin du processus évolutionnaire vers l'issue d'équilibre du jeu simple. Le marché avec une concurrence à la Bertrand étant un jeu de ce type, la stratégie de l'issue de concurrence peut faire partie de l'ensemble des stratégies qui sont sélectionnées à la fin du processus évolutionnaire, sans que cette politique soit l'unique stratégie sélectionnée³.

Pour les marchés pour lesquels il existe un équilibre de Nash dans le jeu simple, la démarche évolutionnaire d'inspiration alchienne aboutit donc à un résultat plus rassurant concernant la possibilité de voir cette stratégie faire partie de l'ensemble des stratégies qui constituent l'issue de l'équilibre évolutionnaire. Mais qu'en est-il de tous les autres contextes de marché à prix affichés ? Nous n'avons pas connaissance d'autres analyses évolutionnaires réalisées sur ces contextes de marché.

- d) Les travaux qui s'intéressent aux phénomènes de coopération dans le cadre des jeux non-coopératifs

La démarche évolutionnaire a connu un renouvellement de méthode dans les années 1980 grâce à la publication des travaux de Axelrod [1980.a], [1980.b]⁴. Les travaux d'Axelrod partent d'une question, en apparence, très simple : dans le cadre d'une interaction, quelles sont les conditions dans lesquelles une personne devrait coopérer avec son adversaires et quelles sont les conditions dans lesquelles elle devrait, au contraire, se montrer égoïste ? Le

¹ Les auteurs introduisent plusieurs règles d'amélioration du comportement « mimétique de leurs automates. L'une de ces règles exige que les joueurs doivent restreindre l'ensemble de politiques « jouables » aux politiques dont les profits ont été positifs. La deuxième règle consiste à exiger qu'aucune stratégie de production zéro ne soit imitée. Troisièmement, les firmes qui ont obtenu le meilleur profit à la période précédente ne modifient pas leurs stratégies. Pour une analyse plus approfondie de la relation entre l'issue de l'équilibre stationnaire et les règles d'imitation à la disposition des agents voir Ania [2008].

² Les pertes (ou la baisse du profit) sont plus importantes pour l'agent qui entreprend une politique de déviation unilatérale que les pertes (ou les baisses du profit) que cette politique peut causer à ses adversaires.

³ Ce résultat est opposé à celui qu'avaient obtenu Qin et Stuart [1997] en raison du changement du mécanisme de sélection adopté. Pour ces derniers le mécanisme de sélection était du type répliation dynamique tandis que pour Ania [2008] il est du type « sélection à l'intérieur de son champ d'interaction ».

⁴ Voir aussi Axelrod [1984] pour un survol de ses principaux travaux.

jeu simple qui a fondé cette démarche est le jeu du dilemme du prisonnier. Il est bien connu que ce jeu fascine les esprits car il aboutit à un résultat sous-optimal¹ et surtout parce qu'il met en opposition rationalité économique (jouer la stratégie qui conduit à la réalisation de l'équilibre de Nash) et possibilité de coopération entre les agents. Il est donc évident que les stratégies pures (coopération/défection) dans cette structure de jeu ne permettent pas d'atteindre l'issue coopérative. Il faut donc définir des stratégies plus complexes, appelées « conditionnelles » qui, dans le cadre d'un jeu répété pourraient permettre à la coopération de s'installer². Par stratégie « conditionnelle » nous entendons la stratégie qui définit de manière précise quand l'une ou l'autre des stratégies pures est adoptée. Un exemple de stratégie conditionnelle est la stratégie « œil pour œil, dent pour dent » (*tit for tat* en anglais). Cette stratégie consiste à coopérer au premier tour et de reproduire par la suite la stratégie adoptée par l'adversaire au tour précédent.

En utilisant la méthode des simulations informatiques, Axelrod organise d'abord un tournoi, c'est-à-dire une série de duels dans le cadre desquels une stratégie rencontre chacune des stratégies concurrentes. Le grand vainqueur de ce tournoi est la stratégie « œil pour œil, dent pour dent », qui s'impose contre des stratégies beaucoup plus complexes et beaucoup plus agressives. Répété une deuxième fois (en incluant un nombre encore plus important de stratégies concurrentes), le tournoi aboutit au même résultat³. Afin de consolider la capacité de cette stratégie, de nature « coopérative » à s'installer, il introduit une nouvelle méthode pour simuler un processus évolutif, appelée « évolution écologique ». En quoi consiste-t-elle ?

D'abord, on constitue une population de stratégies, chaque stratégie étant présente, au début de la simulation, en proportions égales⁴. Les stratégies sont d'abord réparties aléatoirement (selon un tirage sans remise) deux à deux. Dans chaque couple ainsi réalisé, on fait interagir les stratégies sélectionnées pendant un nombre fixe de fois. A la fin de ces interactions, on calcule les gains moyens de chaque stratégie et on redistribue les effectifs des stratégies.

¹ L'issue d'équilibre sélectionnée n'est pas un optimum de Pareto, bien que toutes les autres issues possibles l'étaient.

² Axelrod demande à des spécialistes du dilemme du prisonnier appartenants à un champs de domaines très varié (psychologie, économie, mathématiques, sciences politiques, sociologie, etc.) de proposer les stratégies conditionnelles qui serviront à ces recherches.

³ On précise que la stratégie qui consiste à jouer uniquement la stratégie de la « trahison » (qui correspond à l'équilibre de Nash dans le jeu simple) est parmi les moins performantes dans ces tournois.

⁴ Les stratégies considérées sont les mêmes que celles qui avaient participé au deuxième tournoi organisé.

Supposons que la stratégie « *œil pour œil, dent pour dent* » avait obtenu un gain moyen deux fois plus important que le gain moyen obtenu par une autre stratégie, « *aléa* » (consistant, à tirer au hasard l'une des deux stratégies pures disponibles à chaque période du jeu). L'effectif de la stratégie « *œil pour œil, dent pour dent* » sera donc deux fois plus important que celui de la stratégie « *aléa* » au début de la deuxième étape. On répète ce processus un nombre de fois, jusqu'à ce que les proportions relatives des stratégies présentent dans la population totale ne varient plus. A l'issue de cette évolution, c'est toujours la stratégie « *œil pour œil, dent pour dent* » qui semble prendre le dessus sur toutes les autres stratégies concurrentes.

La méthode introduite par Axelrod rompt avec la tradition de la démarche évolutionnaire introduite par les biologistes. Tout d'abord parce que les individus, dans une évolution écologique sont « intelligents » et cherchent, de manière « raisonnable », à maximiser leur profit. L'imitation continue à jouer un rôle central dans le cadre de ce processus mais elle opère à un niveau supérieur, au niveau des conduites adoptées (un individu abandonne la stratégie « *aléa* » en faveur de la stratégie « *œil pour œil, dent pour dent* »).

La deuxième modification introduite par Axelrod est d'axer sa démarche sur la dynamique du processus de sélection et non sur les propriétés de stabilité évolutionnaire de celui-ci¹. Ce qui intéresse Axelrod est de savoir comment, petit à petit, la stratégie « *œil pour œil, dent pour dent* » prend le dessus sur les autres et quelles sont les stratégies qui survivent à la fin de ce processus.

Enfin, la troisième modification introduite est au niveau de la méthode utilisée. Il s'agit de l'introduction des simulations informatiques qui remplacent la méthode analytique utilisée dans tous les autres travaux présentés ci-dessus.

C'est de cette démarche-là que nous nous sentons le plus proches. A notre tour, après avoir réalisé une série de tournois entre les 12 conduites raisonnables exposées dans le chapitre précédent, nous nous demandons quelles sont celles qui survivront à un processus de sélection dynamique de type « écologique ». La mise en place de cette procédure pour le contexte de marché que nous étudions est présentée dans la sous-section suivante.

¹ La question de la stabilité évolutionnaire de ce processus est toutefois traitée par Axelrod, mais plus tard, en 1984.

1.2 La procédure de simulation d'un processus évolutionnaire

Notre problème ici est de savoir ce qui survit, entre les différentes manières d'agir sur un marché à prix affichés. Le modèle de marché référent à cette étude est le même modèle qui a servi à nos expérimentations et simulations informatiques présentées dans les chapitres précédents. La mise en place d'un protocole de sélection naturelle cherche à répondre à trois exigences :

1. Faire interagir sur un marché des comportements.
2. En fonction du résultat obtenu par chacun des comportements, modifier la part des différents comportements dans le réservoir total.
3. En répétant ce processus un certain nombre de fois, l'une des trois issues suivantes devrait émerger.

i. La première issue possible est une issue « **chaotique** » : on ne voit apparaître, sur ces marchés, aucune régularité quant aux conduites qui sont adoptées, il n'y a pas de vraie sélection parmi les comportements.

ii. La deuxième issue possible est une issue « **cyclique** » : les parts relatives des comportements évoluent selon un cycle. Lors de certains moments de l'évolution, il y a des comportements qui sont adoptés dans une proportion plus élevée que d'autres mais leur supériorité ne leur permet pas de s'instaurer de manière durable sur les marchés. A l'instant suivant, leurs proportions respectives diminuent et ce sont les autres comportements qui sont adoptés plus fréquemment.

iii. Enfin, la troisième issue, est une issue « **stable** » : la sélection opère sur les marchés de manière forte, en éliminant définitivement certains des comportements. Les comportements qui restent sont les « survivants » du processus de sélection naturelle.

On peut spécifier maintenant, les différents points du protocole de simulation écologique. Le premier paragraphe présente le protocole central de simulation d'un processus de sélection naturelle tandis que le paragraphe suivant présente les variations de ce protocole mises en place lors d'une série supplémentaire de simulations.

1.2.1 La mise en place du processus de sélection naturelle

Afin de faire interagir des visions du monde différentes, avec des degrés d'acuité plus ou moins élevés de leur intelligence, nous avons utilisé, dans nos simulations écologiques, les 12 comportements « rationnels » présentés dans le chapitre précédent. Ces comportements sont fondés sur une certaine vision du monde, qui est soit une vision du type *preneur de prix* (égalisation du prix au coût marginal de la quantité produite), soit une vision du type *stratégique* (calculer la politique de meilleure réponse par rapport aux politiques jouées à la période précédente) et enfin, une vision du type *coopératif* (égalisation du prix à la demande fractionnelle). Quatre comportements ont été proposés pour chaque famille.

Dans la famille des *preneurs de prix*, le premier comportement (PP1) est un offreur qui joue en permanence la politique de l'issue de concurrence. Les deux comportements suivants (PP2 et PP3) se rapprochent le plus du comportement d'un *preneur de prix* dans la version des manuels d'économie. Ils se servent uniquement des informations concernant leur propre état (informations privées) pour adopter des politiques. Enfin, le mode d'action d'un offreur PP4 est inspiré par le processus tâtonnement réalisé par le commissaire priseur sur un marché centralisé. Cet offreur fait varier son prix (obtenu à partir de la moyenne des prix de la période précédente) en fonction de l'écart constaté à la période précédente entre l'offre totale et la demande totale¹.

Dans la famille des « *stratégiques* », le premier type de comportement (Strat1) représente la version « pure » de ce qu'on peut attendre d'une politique de meilleure réponse : ce comportement réagit par rapport aux politiques adoptées par les adversaires à la période précédente. Le *stratégique* de type 4 (Strat4) cherche à maximiser son gain en anticipant que tous ses adversaires étaient des *stratégiques* du premier type et en essayant, en quelque sorte, de les prendre à contre pied. Les deux autres comportements (Strat2 et Strat3) représentent des versions imparfaites du comportement *stratégique* du premier type : ils sont guidés uniquement par les informations concernant leurs propres états de ventes.

Les *coopératifs* part du principe que l'issue de cartel représente bien un optimum de Pareto et ils cherchent à l'atteindre et à la maintenir en usant d'une politique de restriction volontaire des quantités produites. Le *coopératif* de type 1 (Coop1) adopte en permanence la politique de

¹ Le chapitre précédent a montré que seuls le premier et le dernier type de *preneurs de prix* sont capables d'instaurer un état stable à l'issue de concurrence sur le marché, résultat qui milite contre les propositions habituelles d'un *preneur de prix* concerné uniquement par son propre état.

l'issue de cartel. Les deux comportements suivants (le Coop2 et le Coop3) représentent des versions adaptatives de ce comportement : ils réagissent à leurs propres états de vente et cherchent, lorsqu'ils ne subissent pas de rationnement, à se rapprocher de la politique de l'issue de cartel. Les *coopératifs* de type 4 (Coop4) sont les plus « évolués » dans leur catégorie. Ces joueurs utilisent, pour prendre leurs décisions, une information générale : le taux de rationnement moyen de tous les offreurs sur le marché. Lorsqu'ils estiment que les conditions sur le marché le permettent, ils adoptent la politique de l'issue de cartel. Dans le cas contraire, ils adoptent la politique de stratégie prudente.

Chacun de ces comportements a été attribué un effectif de départ égal (10.000 individus pour chaque comportement spécifié).

Voici le déroulement de la première étape de ce processus. Les 120.000 individus sont d'abord repartis aléatoirement (selon un tirage sans remise) sur les marchés, tous les marchés étant de taille égale et comportant chacun n offreurs.

$$N = \frac{120.000}{n} \tag{6.1.}$$

où N est le nombre total de marchés simulés lors d'une étape.

Cette répartition engendre des configurations de marchés extrêmement variées : elles vont de la possibilité que tous les offreurs soient du même type (avec une probabilité, tout de même, assez faible), jusqu'à la possibilité que tous les comportements adoptés sur le marché soient différents.

Une fois que les comportements ont été repartis sur les N marchés, on simule chacun de ces marchés pendant 100 périodes¹. L'initialisation des marchés à la première période est

¹ Le nombre de périodes que durent les interactions sur chacun des marchés est fixe dans toutes nos simulations écologiques. Ce nombre a été choisi car toutes les simulations de marchés réalisées dans le chapitre précédent ont montré que les marchés se trouvent soit dans un état stable, soit dans un état de cycle au bout d'une vingtaine de périodes. Il ne serait donc pas nécessaire de prolonger les interactions pour un nombre indéfini de périodes, les résultats obtenus lors des 80 dernières périodes étant robustes.

aléatoire¹. A partir de la deuxième période, les offreurs adoptent leurs politiques en fonction du comportement qui leur a été attribué².

A la fin de cette simulation, on calcule la capacité de survie (*fitness*) de chacun des comportements sur chacun des marchés. Ce calcul se réalise en deux temps. D'abord, à la fin de la première étape, on détermine le profit cumulé³ ($\pi_{i.}^1$) de chaque offreur i . On détermine également le profit cumulé minimum obtenu sur ce marché (π_{\min}^1). On calcule ensuite la **capacité de survie de l'offreur**, représentée par f_i^1 (son nouvel effectif)⁴ :

$$f_i^1 = \text{arrondi} \left(\frac{\pi_i^1 - \pi_{\min}^1}{\sum_{i=1}^n (\pi_i^1 - \pi_{\min}^1)} * n \right) \quad (6.2).$$

On obtient la **capacité de survie d'un comportement** en additionnant les capacités de survie de tous les offreurs sur le marché qui ont adopté ce comportement.

Prenons un exemple simple pour illustrer cette procédure, lors de la première étape, sur un marché K quelconque avec $n=10$ comportements. Dans les deux premières colonnes du tableau suivant apparaissent les 10 offreurs sur le marché et leurs comportements respectifs. Dans la troisième colonne apparaissent les profits cumulés (lors des 80 dernières périodes) par ces offreurs. Dans la colonne f_i nous calculons la capacité de survie de chacun des offreurs

¹ Les simulations réalisées dans le chapitre 4 ont établi que la situation initiale adoptée sur un marché n'a pas d'impact sur l'issue finale observée. Pour les simulations présentées ici, l'espace du prix est borné à gauche par le prix le plus faible qui peut être affiché sur le marché (il correspond au minimum du coût moyen) et à droite par le prix de l'issue de cartel. Les quantités sont tirées dans un intervalle dont la borne limite supérieure est la capacité maximale de production (tous nos automates sont « rationnels » au sens faible de l'analyse économique).

² Toutes les politiques sont bruitées par un aléa normal multiplicatif d'espérance 0 et d'écart type égal à 2% pour les prix et pour les quantités. Pour éviter les valeurs extrêmes du bruit, l'intervalle a été borné à $[-2\sigma ; 2\sigma]$.

³ Le profit moyen cumulé est calculé pour les 80 dernières périodes, afin de ne pas prendre en compte les effets d'ajustement des politiques.

⁴ Lorsque le jeu des arrondis fait que la somme des f_i^1 est différente de n , on réduit ou on augmente, selon le cas, le nombre f_i^1 dont l'arrondi est le plus éloigné de la valeur du rapport.

présents. Ceux qui ont obtenu les résultats les moins bons disparaissent (leur effectif est égal à 0) tandis que les meilleurs augmentent leurs effectifs (2). Les offreurs qui obtiennent des résultats moyens « survivent » mais n'ont pas de « descendants » (1). Les effectifs de chacun des comportements sont corrigés dans la colonne suivante.

Tableau 6.1 Exemple du mode de calcul des fréquences des offreurs sur un marché quelconque

<i>i</i> (offreur)	Profit cumulé (π_i)	$\pi_i - \pi_{\min}$	f_i	f'_i (corrigé)
1	Coop1	-669	0	0
2	Coop2	-602	67	0
3	Coop3	-130	539	1
4	Strat1	482	1151	1
5	Strat2	-363	306	0
6	Strat3	453	1122	1
7	Strat4	852	1521	2
8	PP1	702	1371	2
9	PP4	801	1469	2
10	PP4	812	1481	2
	Min	Total	Total*	Total
	-669	9027	11	10

* : la somme des effectifs des comportements suite aux interactions sur ce marché étant supérieure au nombre total d'offreurs, on élimine, selon un tirage aléatoire, l'un des offreurs 1, 9 et 10 dont les fréquences calculés sont parmi les plus mauvaises (les offreurs 2, 3 et 8 sont déjà éliminés du marché).

Dans le cadre du même exemple (le marché *K* quelconque), nous calculons maintenant les nouveaux effectifs des comportements. Dans les deux premières colonnes apparaissent nos 12 comportements et leurs effectifs avant que l'interaction ait eu lieu. Les nouveaux effectifs sont calculés dans la troisième colonne.

Tableau 6.2 Exemple du mode de calcul des effectifs de chacun des comportements ayant participé sur le marché après la première étape

MARCHE K		
Comportement (c)	effectif avant l'interaction	effectif après l'interaction
Coop1	1	0
Coop2	1	0
Coop3	1	0
Coop4	-	-
Strat1	1	1
Strat2	1	-
Strat3	1	1
Strat4	1	2
PP1	1	2
PP2	-	-
PP3	-	-
PP4	2	4
	Total	Total
	10	10

Nous procédons ensuite à l'agrégation des effectifs par comportement sur l'ensemble des N marchés.

$$f_{c_i}^1 = \sum_{K=1}^N f_{c_i, K}^1 \tag{6.2}$$

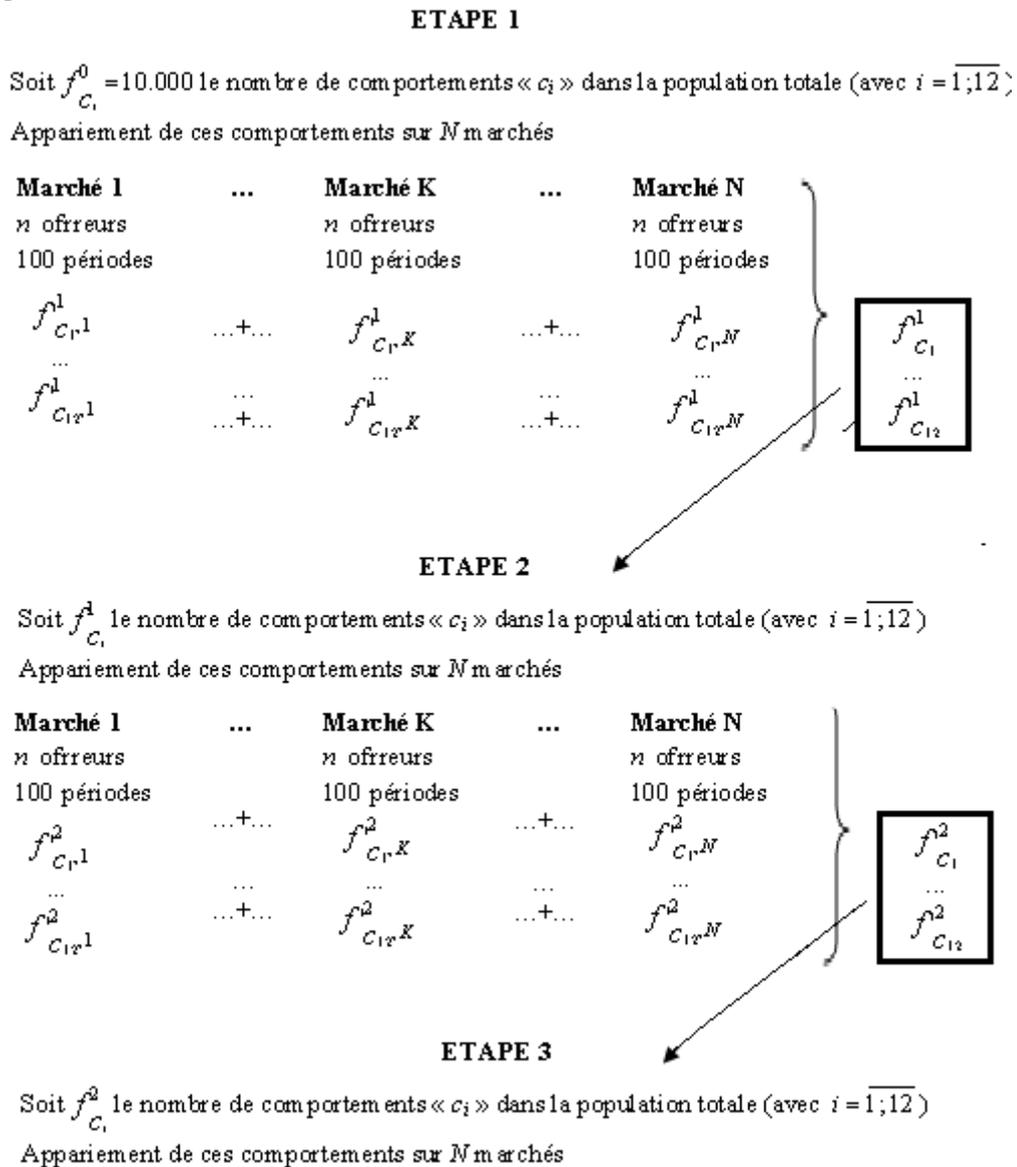
avec c_i , l'un des 12 comportements modélisés,

K , le marché sur lequel le comportement c_i a participé

et l'exposant 1 qui indique l'effectif du comportement c_i à la fin de la première étape.

Bien évidemment, la somme des effectifs totaux est toujours égale à 120.000 (mais la répartition entre les individus entre les 12 comportements est maintenant différente). Ces individus sont de nouveau repartis, selon un tirage au sort sans remise, sur N marchés, comportant chacun n offreurs. Le déroulement de cette deuxième étape est par la suite identique au déroulement de la première étape. La figure ci-dessous présente un schéma explicatif du processus de sélection naturelle étape par étape.

Figure 6.1 Schéma explicatif du déroulement de la procédure de sélection naturelle durant les premières étapes de ce processus



Nous avons réalisé plusieurs simulations qui ont pour but de tester la robustesse de nos résultats aux différents paramètres du protocole de simulation.

1.2.2 Les différentes simulations écologiques réalisées

La simulation centrale (S_1) a été conduite avec les mêmes paramètres que les tournois présentés dans le chapitre précédent. Sur chaque marché il y a dix offreurs. Les décisions adoptées sont bruitées avec un bruit normal multiplicatif d'écart type de 2%. Les deux

paramètres k_1 (le seuil de l'intensité du rationnement) et k_2 (le poids des décisions passées) sont égaux à 5%.

Par rapport à cette simulation centrale, six autres simulations ont été réalisées afin de tester l'impact de certains paramètres sur les résultats obtenus. Lors de deux simulations (S_2 et S_3) on a testé le rôle joué par l'ampleur du bruit qui affecte les décisions des automates. Dans la simulation S_2 l'écart type du bruit a été divisé par deux par rapport à la simulation centrale tandis que dans la simulation S_3 l'écart type a été multiplié par deux.

Lors de deux autres simulations on a testé l'impact que peut avoir le degré de réactivité pour une partie des offreurs. Dans la simulation S_4 certains comportements sont moins réactifs que dans la simulation centrale (le paramètre k_1 a été multiplié par deux et le paramètre k_2 a été divisé par deux) tandis que dans la simulation S_5 les mêmes comportements sont plus réactifs que dans la simulation centrale (le paramètre k_1 a été divisé par deux tandis que le paramètre k_2 a été multiplié par deux).

Enfin, lors de deux simulations supplémentaires nous avons testé le rôle joué par le nombre d'offeurs sur chaque marché. Dans la simulation S_6 ce nombre est de 20 tandis que dans la simulation S_7 il est de 5. Le tableau ci dessous présente un récapitulatif des principales caractéristiques de ces simulations.

Tableau 6.3 Caractéristiques des simulations écologiques réalisées

Simulation	Bruit	Nombre d'offeurs	Degré de réactivité de certains comportements	
			k_1^*	k_2^{**}
S_1	2%	10	5%	5%
S_2	4%	10	5%	5%
S_3	1%	10	5%	5%
S_4	2%	10	2.50%	10%
S_5	2%	10	10%	2.50%
S_6	2%	20	5%	5%
S_7	2%	5	5%	5%

k_1^* : le seuil de l'intensité du rationnement à partir duquel certains offreurs modifient leurs comportements

k_2^{**} : la mesure avec laquelle les offreurs prennent en compte les politiques passées

Les simulations réalisées ont duré environ 20 étapes au bout desquelles nous avons constaté un état stable s'instaurer sur tous les marchés : un seul comportement survit au processus de sélection naturelle mis en place.

2. Résultats des simulations écologiques

Le processus de sélection mis en place permet aux 12 comportements programmés de se sélectionner entre eux sur la base des profits moyens obtenus. Lequel survivra au processus de sélection ? Quelle issue sera observée sur les marchés à la fin de ce processus ?

La première partie de cette section présente les résultats obtenus lors de la simulation centrale (S₁) et la deuxième partie présente les résultats des simulations complémentaires réalisées.

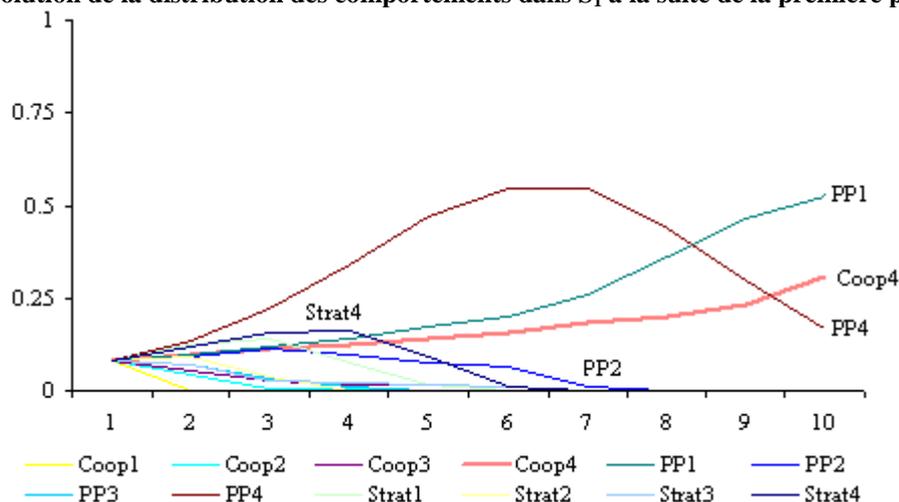
2.1 *Les comportements « vainqueurs » à la fin du processus de sélection naturelle et l'issue de marché qui s'y impose*

Les évolutions constatées dans ce processus de sélection naturelle peuvent être regroupées en deux phases distinctes. Lors de la première phase, on assiste à l'extinction complète de la plupart des comportements programmés : seulement trois comportements survivent à l'issue de cette phase. Lors de la deuxième phase, on assiste à un combat entre ces trois comportements à l'issue duquel un seul comportement survit. Les deux paragraphes suivants présentent les évolutions observées lors de ces deux phases.

2.1.1 *La première phase de la simulation : installation confortable des comportements de preneur de prix capables d'instaurer un état voisin de l'issue de concurrence*

Les évolutions observées lors de la première phase semblent appuyer l'idée dominante selon laquelle les comportements de *preneur de prix* auraient de fortes capacités de survie. Lors de cette phase, qui dure 10 étapes, la plupart des comportements programmés disparaissent. A l'issue de cette phase, trois comportements seulement survivent. La figure ci dessous présente l'évolution des fréquences des comportements programmés dans la population finale au début de chaque étape de la première phase.

Figure 6.2 Evolution de la distribution des comportements dans S_1 à la suite de la première phase



Les *preneurs de prix* de type 4 confirment, lors de cette phase, leurs très bons résultats obtenus dans les duels ou dans les affrontements à 3 présentés dans le chapitre 5. La fréquence de ce comportement atteint la moitié de la population totale lors de la 6^{ème} et de la 7^{ème} étape. Mais sa proportion commence à diminuer par la suite et on retrouve, trois étapes plus tard, un autre comportement de type *preneur de prix* à sa place. Il s'agit du *preneur de prix* de type 1, le comportement le plus simple dans sa catégorie. Les deux comportements de *preneur de prix* qui s'imposent sur le marché lors de cette phase de la simulation ont une caractéristique en commun : ils sont les seuls capables à imposer sur le marché l'issue de concurrence. Les deux autres comportements de *preneurs de prix* sont éliminés¹.

Le troisième comportement qui survit lors de cette phase est le comportement *coopératif* de type 4. Ce comportement est « sauvé » par sa prudence : lorsqu'il juge trop risquée l'adoption de la politique de l'issue de cartel, il se replie sur la politique de l'issue prudente. Son « intelligence » consiste à limiter les risques pris contre des adversaires plus prédateurs. En revanche, tous les autres comportements *coopératifs* sont éliminés à la fin de cette phase².

Un résultat massif et surprenant, à ce stade de la simulation, est la disparition de tous les comportements *stratégiques*. Cette disparition est d'autant plus inattendue que les comportements *stratégiques* de type 1 et 4 avaient obtenus de bons résultats lors des tournois

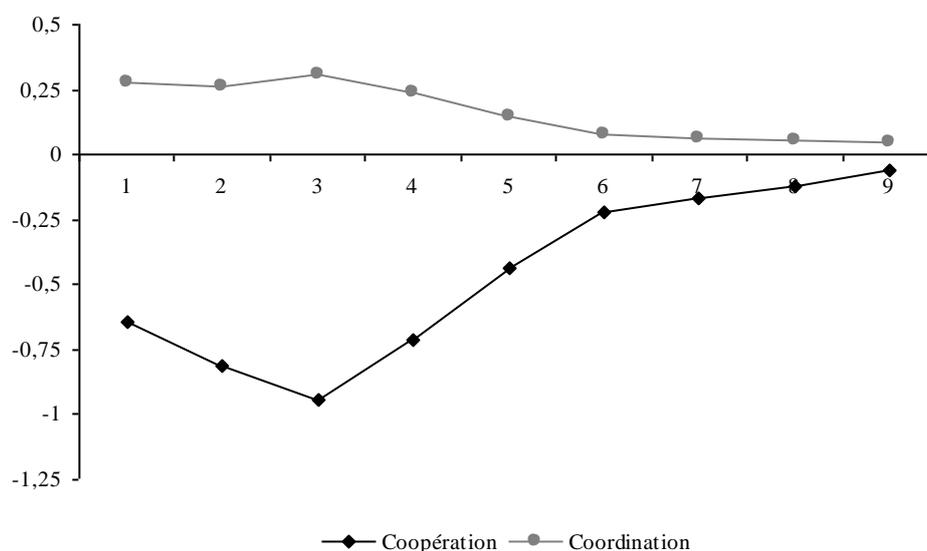
¹ Ce résultat n'est guère étonnant car ces comportements avaient obtenus des performances très moyennes dans les duels et les confrontations à trois.

² Ce résultat ne devrait pas surprendre non plus : dans le chapitre précédent nous avons déjà montré que ces comportements ont été souvent battus dans les tournois organisés. On observe, de plus, que le comportement *coopératif* de type 1, le plus exposé aux attaques des comportements plus agressifs, est éliminé à l'issue de la première étape.

organisés¹. Le comportement qui survit le plus longtemps sur les marchés est le comportement *stratégique* de type 4, dont la proportion relative atteint 16% lors de la 4^{ème} étape. Mais il est, lui aussi, éliminé des marchés deux étapes plus tard.

La progression des comportements de *preneurs de prix* et leur domination relative s'accompagnent, on peut s'en douter, d'une amélioration progressive des indices de coopération et de coordination. Ces deux indicateurs convergent vers 0, ce qui signifie que les marchés convergent vers l'état de l'issue de concurrence. La figure suivante présente leurs évolutions respectives².

Figure 6.3 Evolutions des indices de coopération et de coordination moyens lors de la première phase de la simulation centrale (S₁)



A l'issue de cette première phase, on pourrait croire que les intuitions des tenants de l'hypothèse du « comme si » sont vérifiées : les comportements sélectionnés en priorité par le processus de sélection naturelle sont bel et bien des comportements de *preneur de prix*... De plus, un état proche de l'issue de concurrence s'installe sur tous les marchés. Mais ce phénomène est-il durable ? Les *preneurs de prix* seront-ils capables de maintenir l'issue de concurrence sur les marchés ?

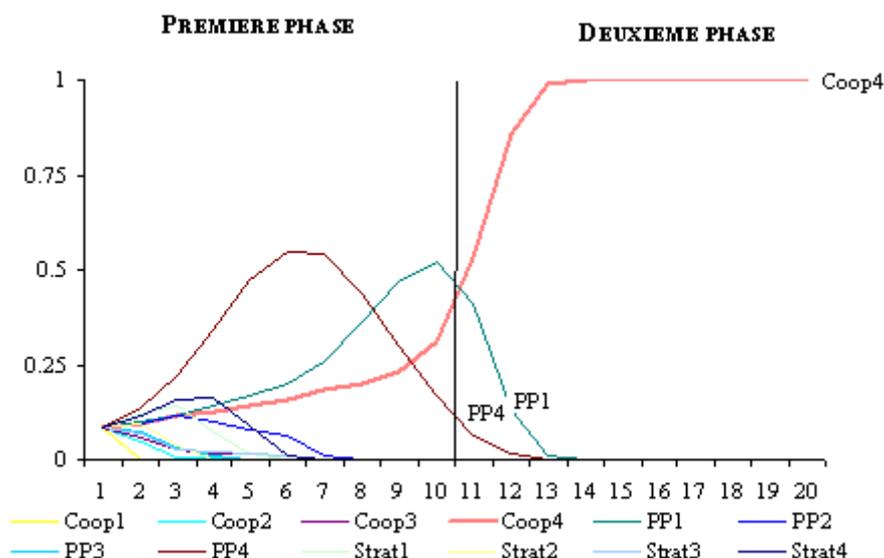
¹ Ce résultat est d'autant plus marquant que le mécanisme de report de sélection naturelle (réalisé en deux temps : un premier temps au niveau du marché et le deuxième temps, au niveau des tous les N marchés) favorisait, *a priori*, les comportements très agressifs.

² Chaque valeur qui apparaît dans cette figure est la moyenne, pour l'ensemble des N marchés simulés lors d'une étape, des indices de coopération (ou de coordination) calculés pour les 80 dernières périodes de chaque marché.

2.1.2 La deuxième phase : les *coopératifs* de type 4, vainqueurs absolus du processus de sélection naturelle

Contrairement à l'opinion dominante sur la non-tenabilité des comportements *coopératifs*, c'est un comportement appartenant à cette famille, et plus précisément, le quatrième, qui gagne à l'issue du processus de sélection naturelle. La capacité de survie de ce comportement, se renforce à partir de la fin de la première phase. C'est précisément au moment où l'on pensait que les *preneurs de prix* avaient gagné ce processus, que les *coopératifs* de type 4, qui représentaient un tiers de la population totale, reprennent la tête du classement : ils forment 53% de la population totale au bout de seulement une étape. Leur explosion dans la population totale est fulgurante : au bout de trois étapes supplémentaires ils réussissent à éliminer toute forme d'opposition sur le marché¹. Ce sont eux les seuls survivants du processus de sélection naturelle.

Figure 6.4 Evolution de la distribution des comportements dans la simulation centrale (S₁) lors des deux phases du processus de sélection naturelle



Ce résultat remet sévèrement en cause l'hypothèse qu'un comportement de *preneur de prix* pourrait être rendu « justifiable » *ex post* grâce aux performances que ce comportement

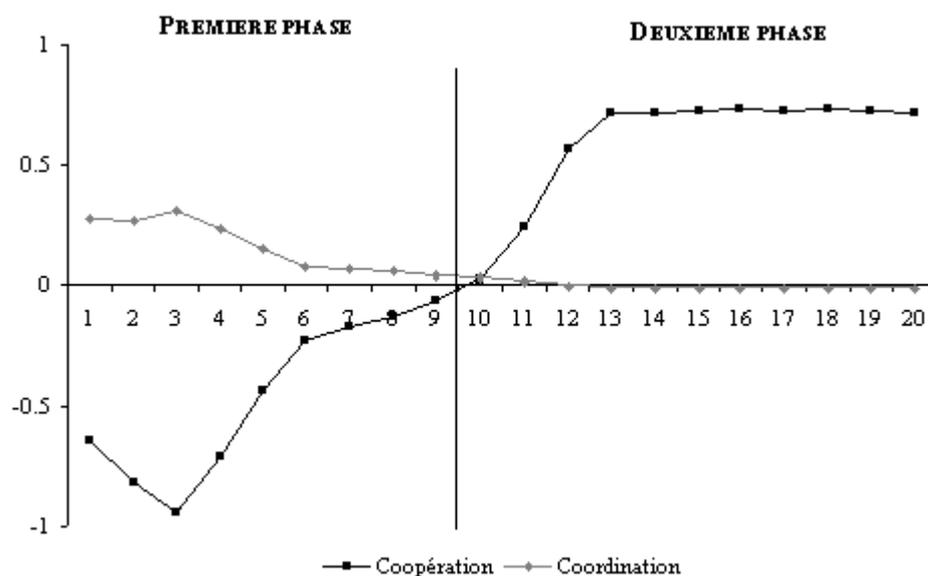
¹ Les très bons résultats obtenus par les *coopératifs* de type lors 4 de la deuxième phase sont facilement compréhensibles si l'on se souvient que lorsque ces offreurs rencontrent soit les *preneurs de prix* de type 4, soit le *preneurs de prix* de type 1, ils « gagnent » tous les duels. En revanche, les duels entre les *preneurs de prix* de type 4 et les *preneurs de prix* de type 1, ainsi que les rencontres entre les trois comportements se terminent toujours par des matches nuls.

obtiendrait dans un processus de sélection naturelle Les deux comportements de preneur *de prix* qui avaient survécu à la première phase de ce processus sont rapidement éliminés des marchés par un comportement *coopératif* d'une simplicité confondante...

Comme le « *œil pour œil et dent pour dent* » dans l'évolution écologique organisée par Axelrod pour un jeu du dilemme du prisonnier, le *coopératif* de type 4 gagne parce ce qu'il se montre « coopératif » (jouer la politique de l'issue de cartel) lorsqu'il est confronté à des adversaires également « coopératifs » et parce qu'il sait se protéger lorsque ses adversaires sont trop agressifs. Mais, contrairement au comportement « *œil pour œil et dent pour dent* », notre *coopératif* de type 4 ne se montre pas agressif lorsqu'il constate une défection. La politique de l'issue prudente, qu'il adopte dans ce cas, n'est pas une « sanction » et elle ne lui garantit pas un profit potentiellement plus élevé que le profit obtenu en adoptant la politique de l'issue coopérative.

Qu'en est-il de la possibilité que les transactions se réalisent sur les marchés à la fin du processus de sélection naturelle au prix de l'issue de concurrence ? Comme on peut s'en douter, la disparition des comportements de type *preneur de prix* entraîne un éloignement de l'état final observé sur ces marchés de l'issue de concurrence. A la place, on constate que les échanges se réalisent, la plupart du temps, au voisinage de l'issue de cartel. La figure ci-dessous présente l'évolution des indices moyens de coopération et de coordination au long de cette simulation.

Figure 6.5 Evolutions des indices de coopération et de coordination moyens lors des deux phases de la simulation centrale (S₁)



Dès lors que l'installation des *coopératifs* de type 4 est acquise, l'indice de coopération se stabilise à 0.70. Cette valeur peut se comprendre aisément si l'on se souvient que sur un marché sur lequel tous les offreurs adoptent un comportement *coopératif* de type 4, les échanges peuvent basculer subitement et de manière isolée, de l'issue de cartel à l'issue de stratégie prudente, entraînant ainsi une baisse de l'indice de coopération¹. L'indice de coordination se stabilise, lui à 0%. Ce point est le seul point sur lequel nos résultats confirment les intuitions des économistes : à la fin du processus de sélection naturelle il n'y a pas de « pertes », c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'unités produites et non vendues et qu'il n'y a pas d'acheteurs qui ne trouveraient pas d'offreur. Mais le prix auquel se concluent les échanges en cette fin de processus est, lui, très au dessus du prix de l'issue de concurrence : les trois quarts du temps, les échanges s'opèrent au prix de l'issue de cartel, et seulement un quart du temps à un prix proche de l'issue de concurrence.

Ces résultats remettent en cause l'une des croyances les plus anciennes des économistes : la concurrence à laquelle se livrent les offreurs n'est pas la garantie d'un état de bien-être collectif. Les offreurs sur l'ensemble des marchés simulés se retrouvent à la fin du processus de sélection naturelle dans une position très privilégiée : ils sont capables d'extraire en moyenne 70% du surplus des échanges ! Ce sont les demandeurs sur ce marché qui subissent pleinement leur situation de « *preneurs de prix* ».

Les résultats obtenus à la fin de cette simulation centrale ont été confirmés par d'autres simulations réalisées selon le même scénario. Mais est-ce que les capacités de survie du comportement coopératif de type 4 peuvent être remises en cause par la variation des paramètres du processus de sélection ?

¹ Ces basculements apparaissent lorsque le taux du rationnement moyen sur le marché dépasse un certain seuil (k_I). On peut contrôler la fréquence d'apparition de ces phénomènes à travers deux paramètres : le seuil lui-même et l'ampleur du bruit (car un bruit très élevé peut augmenter la vitesse d'apparition de ces incidents).

2.2 Consolidation des résultats obtenus

Pour consolider les résultats obtenus dans la simulation « centrale », nous avons privilégié deux aspects techniques (l'ampleur du bruit qui affecte les décisions et le degré de réactivité de certains comportements) et une question de curiosité économique (le nombre d'offreurs sur chaque marché). Chacun de ces points est traité dans les trois paragraphes qui composent cette section.

2.2.1 La variation de l'ampleur du bruit : peu d'impact sur l'issue finale observée

La variation du bruit affectant les politiques adoptées par les offreurs sur le marché ne modifie pas de manière significative l'évolution générale des *coopératifs* de type 4. Par rapport à la simulation centrale dans laquelle l'écart type du bruit (appliqué en égale mesure sur les prix et sur les quantités) a été de 2%, lors de deux autres simulations supplémentaires l'écart type du bruit a été soit multiplié par 2 (S_2), soit divisé par 2 (S_3). Le bruit peut s'interpréter comme une forme de rationalité limitée qui affecte les décisions adoptées. Bien entendu, plus l'ampleur du bruit est importante, moins les politiques adoptées sont précises. On s'attend *a priori*, à ce que la durée du processus de sélection naturelle augmente avec l'augmentation de l'ampleur du bruit. Les deux figures suivantes présentent les évolutions des distributions des comportements, dans la population totale, lors de ces simulations.

Figure 6.6 Evolution de la distribution des comportements dans la population totale pour la simulation dans laquelle l'écart type du bruit a été doublé par rapport au scénario central (S₂)

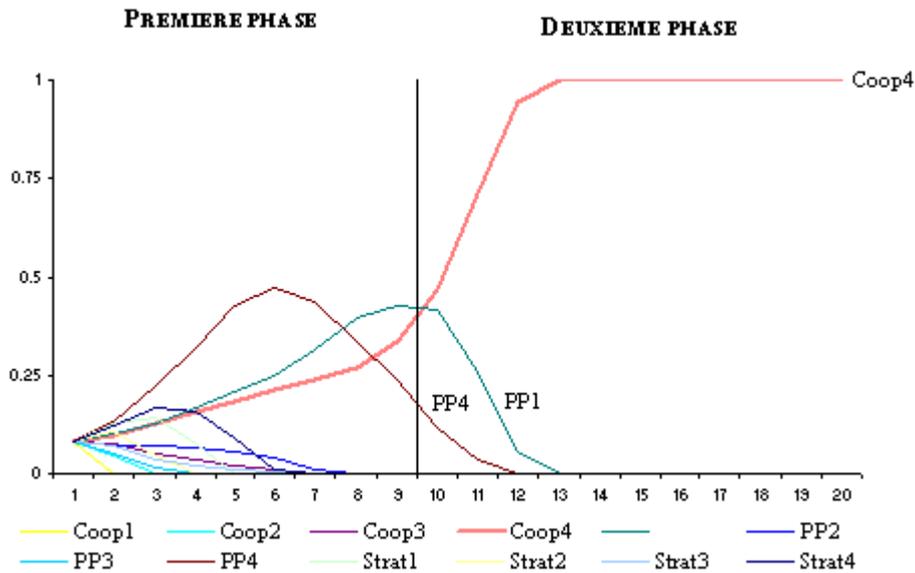
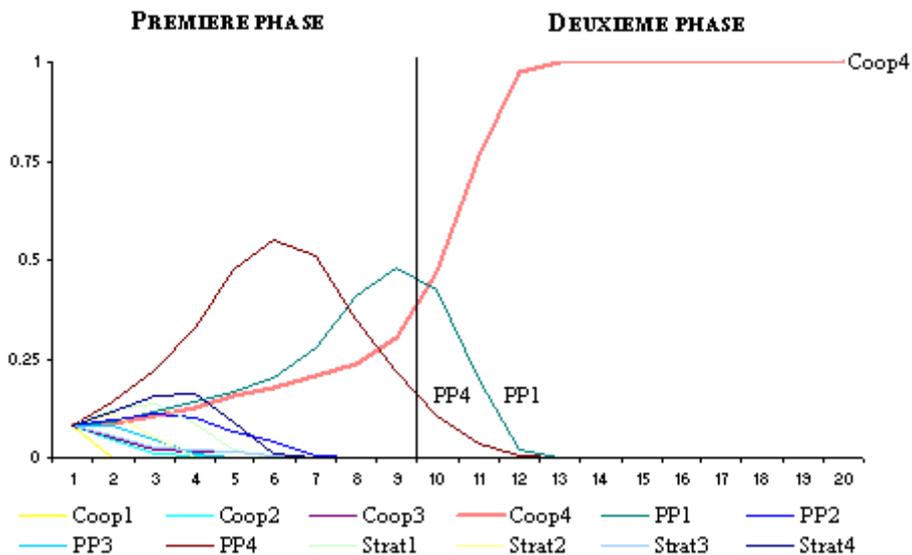


Figure 6.7 Evolution de la distribution des comportements dans la population totale pour la simulation dans laquelle l'écart type du bruit a été divisé par deux par rapport au scénario central (S₃)



Il semblerait que le premier effet de l'augmentation de l'ampleur du bruit est de contribuer à la disparition plus rapide de certains comportements. Le tableau suivant présente le nombre d'étapes pendant lesquelles les comportements ont survécu dans les trois simulations ordonnées selon l'ampleur du bruit.

Tableau 6.4 Le nombre d'étapes pendant lesquelles les comportements ont survécu dans les trois simulations identifiées selon l'ampleur du bruit affectant les décisions des automates

Sim	Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	PP1	PP2	PP3	PP4	Strat1	Strat2	Strat3	Strat4
S3	2	5	8	-	13	7	6	12	7	3	6	6
S1	1	5	7	-	13	7	5	12	6	4	6	6
S2	1	3	7	-	12	7	5	12	5	4	6	6

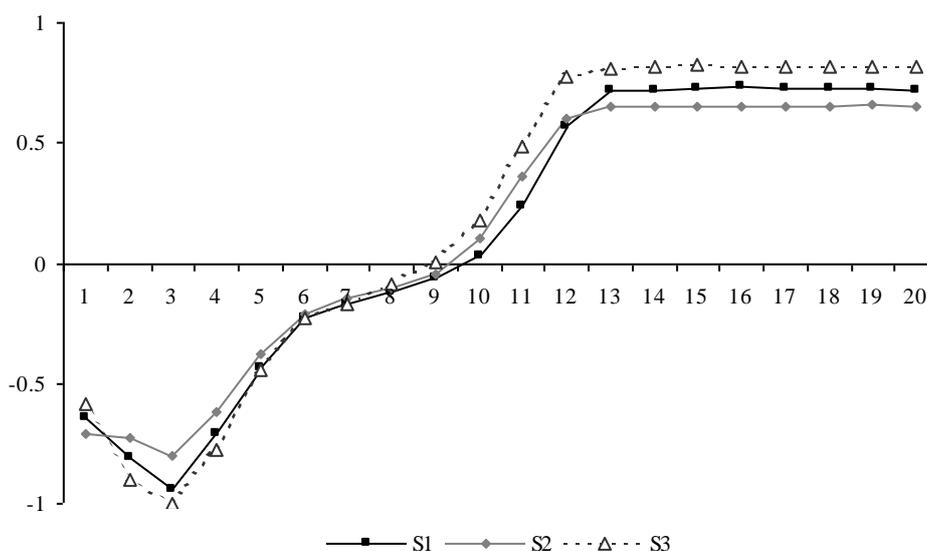
Légende : S₁- l'écart type du bruit affectant les politiques de prix et de quantités est de 2%

S₂- l'écart type du bruit affectant les politiques de prix et de quantités est de 1%

S₃- l'écart type du bruit affectant les politiques de prix et de quantités est de 4%

Lorsque l'ampleur du bruit affectant les décisions est très importante, le processus d'installation des *coopératifs* de type 4 s'accélère. Par contre, le deuxième effet de l'augmentation du niveau de bruit est de diminuer la valeur de l'indice de coopération moyen : plus les limitations de rationalité des offreurs sont importantes, et plus la fréquence des « incidents » (basculement vers la politique de l'issue prudente) augmente¹...

Figure 6.8 Evolutions de l'indice de coopération lors de trois processus de sélection naturelle identifiés selon l'ampleur du bruit affectant les décisions des offreurs

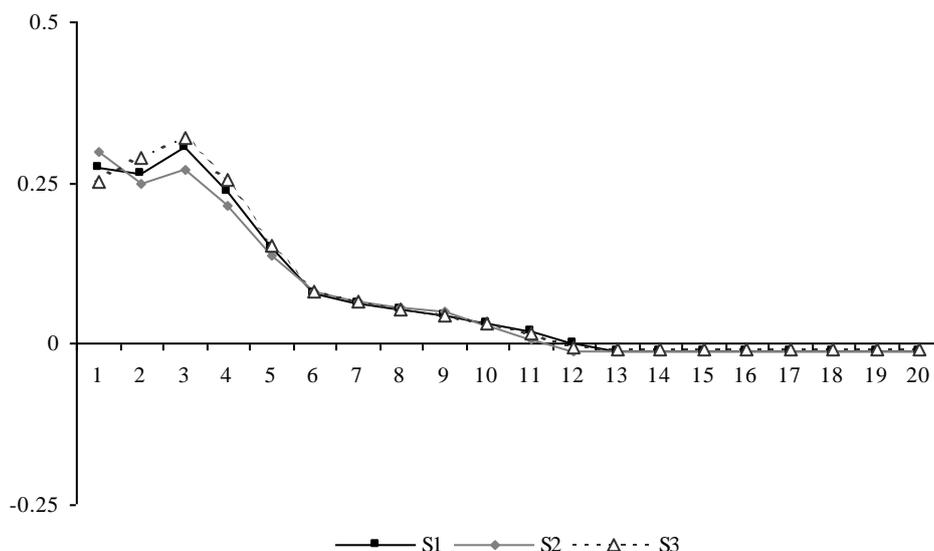


Légende : l'écart type du bruit est de 2% dans S₁, de 4% dans S₂ et de 1% dans S₃.

La variation de l'ampleur du bruit n'a en revanche, aucun effet notable sur l'évolution de l'indice de coordination. Cet indicateur converge vers 0 dans les trois simulations analysées.

¹ Ce phénomène reste d'une ampleur assez réduite : l'indice moyen de coopération varie tout de même autour de 0.60 même dans la simulation S₂.

Figure 6.9 Evolutions de l'indice de coordination lors de trois processus de sélection naturelle identifiés selon l'ampleur du bruit affectant les décisions des offreurs



Légende : l'écart type du bruit est de 2% dans S₁, de 4% dans S₂ et de 1% dans S₃.

2.2.2 La variation du degré d'inertie des comportements : peu d'impact sur l'issue finale observée

Lors de deux simulations supplémentaires, on a testé le rôle des paramètres qui apparaissent dans les règles de comportement de certains offreurs (voir le Chapitre 5, première section). Ces paramètres sont : le taux de rationnement perçu k_1 (pour certains d'entre eux il s'agit du taux de rationnement moyen observé sur le marché à la période précédente, tandis que pour d'autres il s'agit du taux de rationnement individuel) et le niveau de « dépendance » des politiques par rapport au passé (k_2). En modifiant ces deux paramètres on peut rendre les offreurs plus « réactifs » (en diminuant k_1 et en augmentant k_2 dans la simulation S₄) ou moins « réactifs » (en agissant sur les deux paramètres de manière inverse dans la simulation S₅).

Le premier constat que l'on fait est que la variation du degré de réactivité de certains comportements (que ce soit une variation à la hausse ou à la baisse de ce degré) n'affecte pas les évolutions constatées : quel que soit le scénario de simulation, les *coopératifs* de type 4 restent les seuls survivants du processus de sélection naturelle.

Figure 6.10 Evolution de la distribution des comportements dans la population totale pour la simulation pour laquelle le degré de réactivité de certains comportement a été augmenté (S_4)

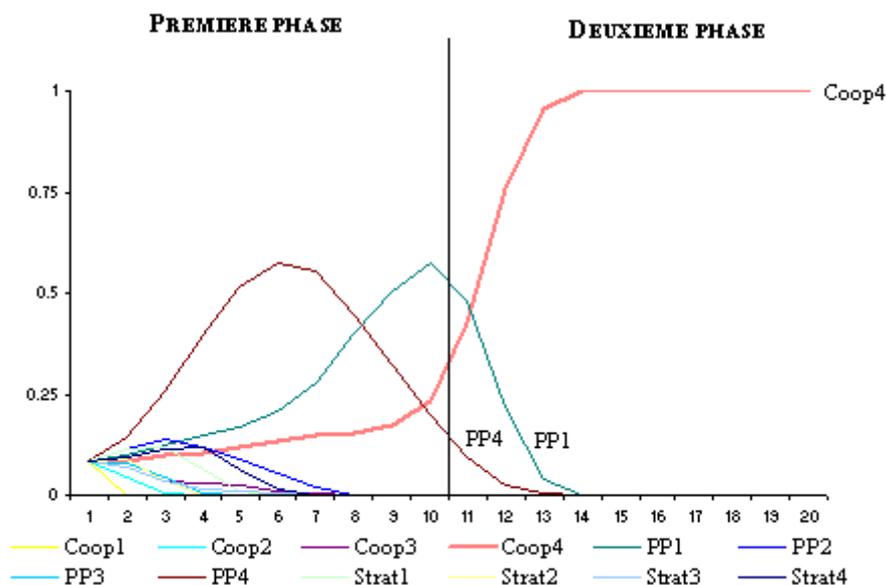
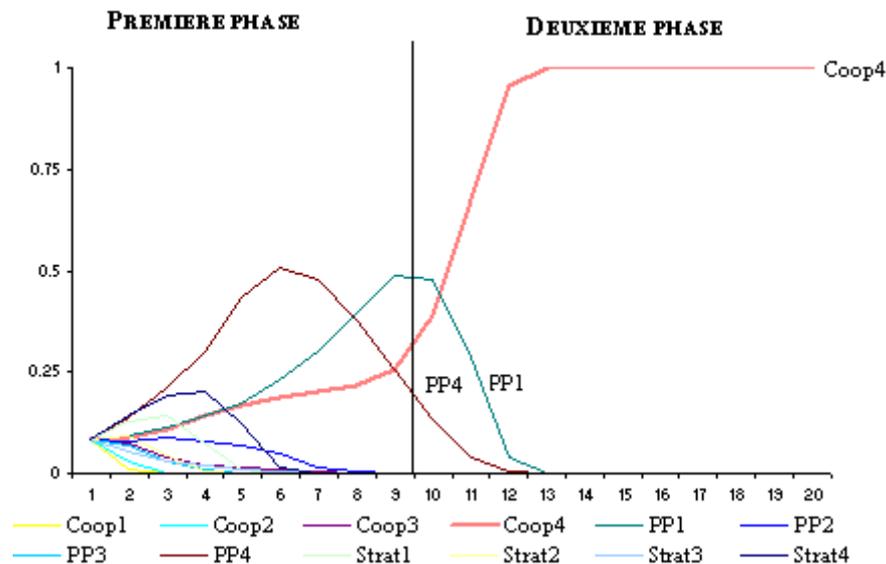


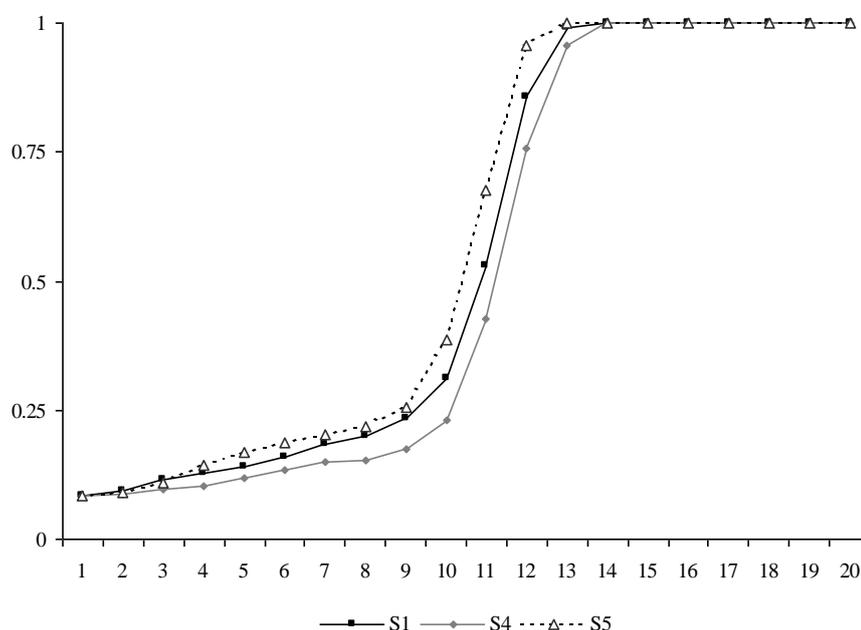
Figure 6.11 Evolution de la distribution des comportements dans la population totale pour la simulation pour laquelle le degré de réactivité de certains comportement a été diminué (S_5)



Le deuxième impact, moins visible, affecte les comportements visés directement par cette modification. Prenons le *coopératif* de type 4 dont le comportement dépend du paramètre k_1 . En divisant par 2 ce paramètre, le comportement devient plus « peureux » (il va adopter plus souvent la stratégie prudente) tandis qu'en le multipliant par deux, ce comportement devient beaucoup « téméraire » (il va adopter plus souvent la politique de l'issue de cartel). *A priori*,

une baisse du degré de réactivité des *coopératifs* de type 4 a deux effets contraires. D'une part, il se peut que cette modification augmente les résultats moyens de ce comportement car les situations de basculement vers la politique de l'issue prudente se font plus rares. D'autre part, la capacité de survie de ce comportement diminue car le risque de se faire surprendre par les comportements plus agressifs augmente. C'est le premier effet qui semble le remporter sur le deuxième : moins ils sont réactifs, plus leurs effectifs sur le marché sont importants. La figure ci-dessous présente les fréquences de ce comportement dans ces trois simulations.

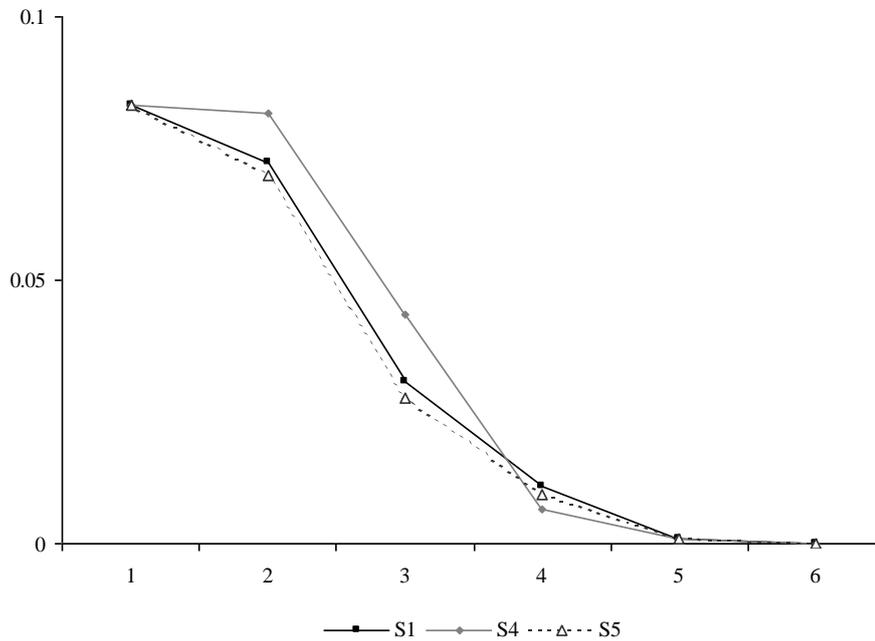
Figure 6. 12 Fréquences détenues par le comportement *coopératif* de type 4 dans la population totale lors de trois processus de sélection naturelle identifiés selon le degré de réactivité de certains comportements



Légende : dans S₁ le paramètre k_1 est de 5%, dans S₄ il est de 2.5% et dans S₅ de 10%. On entend ainsi que le degré de réactivité de ce comportement est deux fois plus élevé dans la simulation S₄ par rapport à la simulation S₁ et deux fois moins élevé dans S₅ par rapport à S₁.

Mais, selon le comportement qui en est affecté, l'augmentation du degré de réactivité n'a pas le même effet. Prenons, par exemple, le comportement de *preneur de prix* de type 3, le comportement qui réalise un ajustement de sa politique de la période précédente en fonction de son état des ventes. Or, pour ce comportement, on constate, malgré son extinction lors de la 5^{ème} étape, des fréquences dans la population totale avant sa disparition plus élevées dans la simulation S₄ (dans laquelle il est plus réactif) que dans S₅.

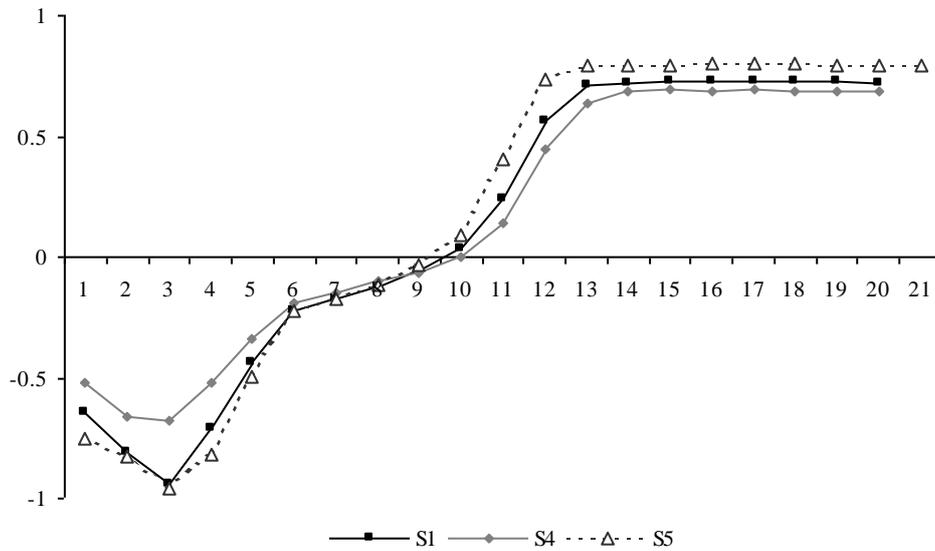
Figure 6.13 Fréquences détenues par le comportement preneur de prix de type 3 dans la population totale lors de trois processus de sélection naturelle identifiés selon le degré de réactivité de certains comportements



Légende : dans S_1 le paramètre k_1 est de 5%, dans S_4 il est de 2.5% et dans S_5 de 10%. On entend ainsi que le degré de réactivité de ce comportement est deux fois plus élevé dans la simulation S_4 par rapport à la simulation S_1 et deux fois moins élevé dans S_5 par rapport à S_1 .

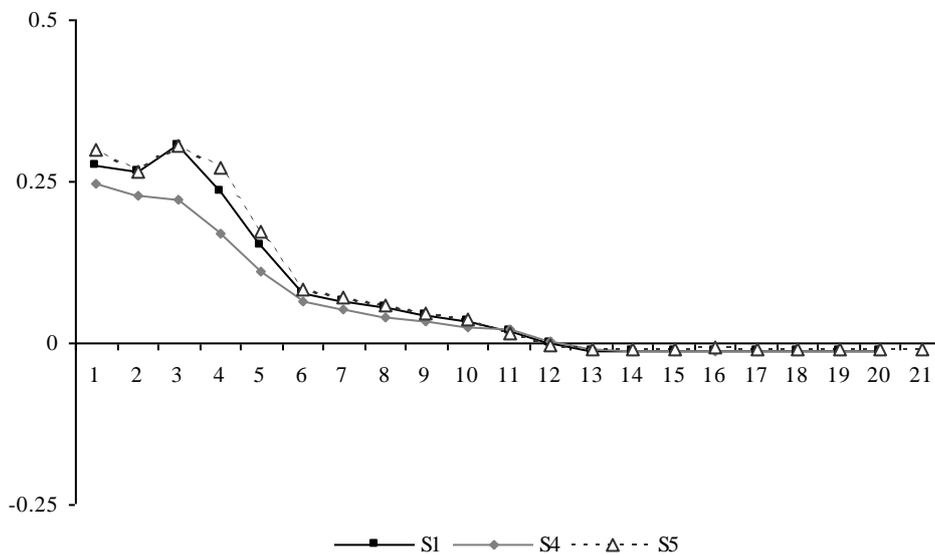
La variation du degré de réactivité de certains comportements n'a qu'un effet mineur sur l'évolution de l'indice de coopération moyen. Comme on peut s'y attendre, la fréquence des « accidents » diminue avec la baisse du degré de réactivité des *coopératifs* du type 4. Ainsi, l'indice moyen de coopération est légèrement plus élevé, à la fin du processus de sélection dans la simulation S_5 par rapport aux deux autres simulations.

Figure 6.14 Evolutions de l'indice de coopération lors de trois processus de sélection naturelle identifiés selon le degré de réactivité de certains comportements



La variation du degré de réactivité pour certains comportements n'a, dans ces circonstances, aucun effet notable sur l'évolution de l'indice de coordination.

Figure 6.15 Evolutions de l'indice de coordination lors de trois processus de sélection naturelle identifiés selon le degré de réactivité de certains comportements



2.2.3 La variation du nombre d'offreurs par marché : résistance des « coopératifs » de type 4 aux variations extrêmes du nombre d'offreurs sur le marché

Pour analyser la robustesse de nos résultats à la variation du nombre d'offreurs sur le marché nous avons réalisé deux autres simulations. Dans la simulation S_6 le nombre d'offreur par marché à été de 5 et dans la simulation S_7 ce nombre a été de 20. *A priori*, l'augmentation du nombre d'offreurs sur le marché devrait avoir un impact défavorable sur l'apparition de l'issue de cartel. On s'attendait donc à voir que les *coopératifs* de type 4 survivent plus difficilement (ou qu'ils soient même éliminés du marché) dans la simulation S_7 par rapport aux deux autres simulations... Les deux figures ci-dessous présentent les évolutions des distributions des comportements dans les deux simulations S_6 et S_7 . Comme on peut le constater, les *coopératifs* de type 4 « gagnent » le combat pour la survie dans les deux cas.

Figure 6.16 Evolution de la distribution des comportements dans la population totale pour la simulation pour laquelle le nombre d'offreurs sur le marché est de 5 (S_6)

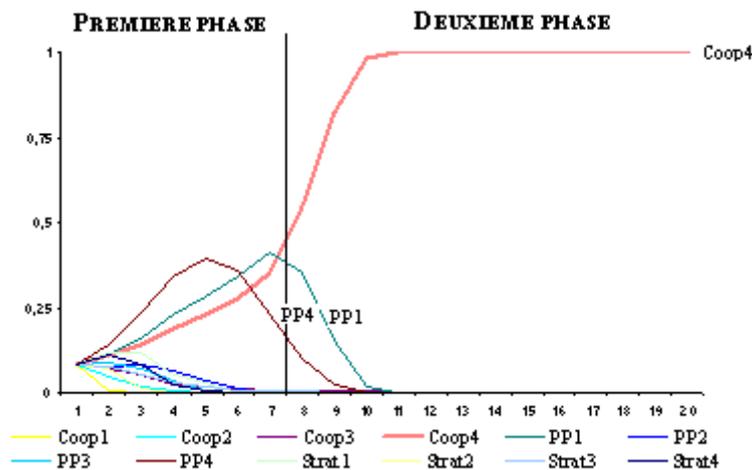
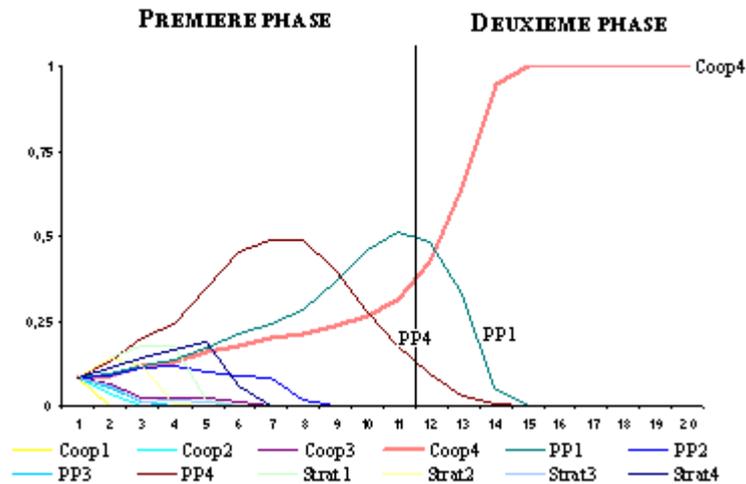
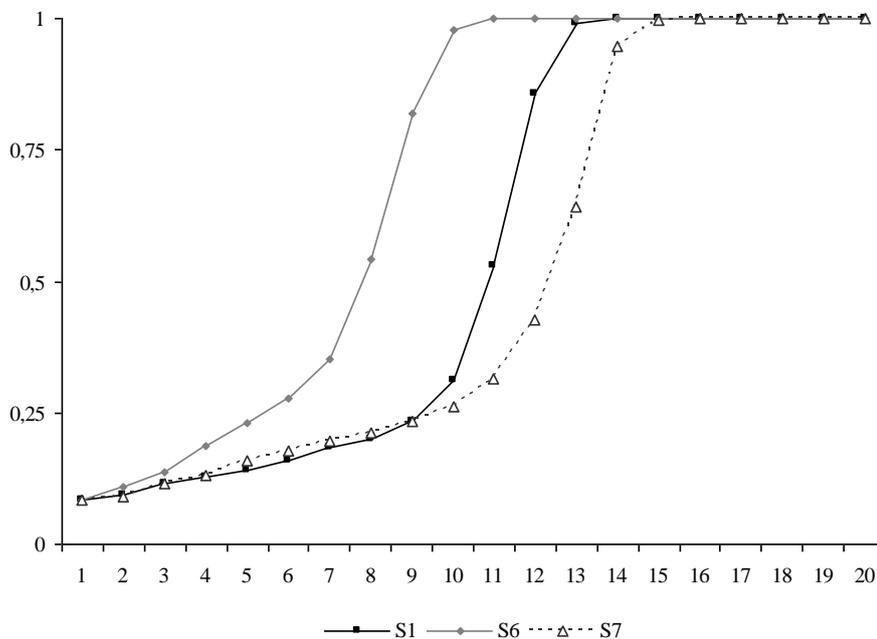


Figure 6.17 Evolution de la distribution des comportements dans la population totale pour la simulation pour laquelle le nombre d'offreurs sur le marché est de 20 (S₇)



Comme on s'y attendait, l'augmentation du nombre d'offreurs sur le marché ralentit, lors de la première phase, la progression des comportements *coopératifs* de type 4. Mais elle n'empêche pas leur installation complète.

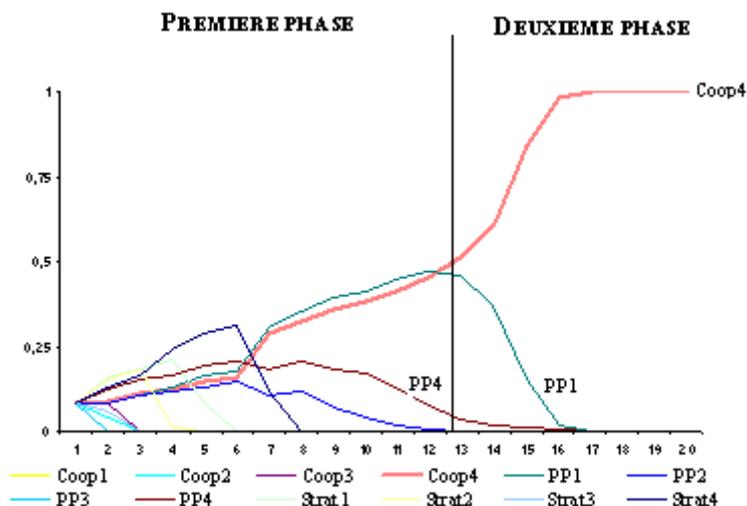
Figure 6.18 Evolutions des effectifs des coopératifs de type 4 dans l'ensemble des populations totales pour les trois simulations identifiées en fonction du nombre d'offreurs par marché



Légende : dans S1 il y a 10 offreurs par marché, dans S6, il y en a 5 et enfin, il y a 20 offreurs par marché dans la simulation S7.

Nous nous sommes alors demandé quelle serait l'issue du processus de sélection naturelle sur des marchés avec 100 offreurs.

Figure 6.19 Evolution de la distribution des comportements dans la population totale pour la simulation pour laquelle le nombre d'offeurs sur le marché est de 100 (S_8)

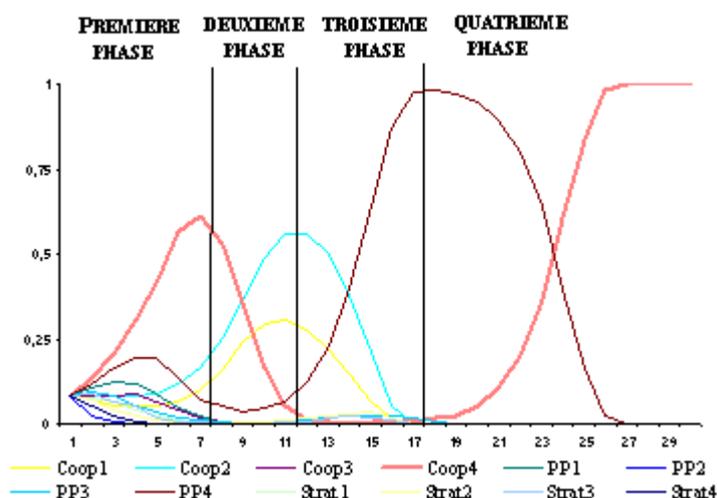


Cette figure montre que ce sont toujours les *coopératifs* de type 4 qui s'imposent à l'issue du processus de sélection naturelle, même si les *preneurs de prix* sont plus « résistants ». Cette modification de scénario semble également profitable aux *stratégiques* de type 4 qui atteignent, lors de la 6^{ème} étape 31% de la population totale. Toutefois, ces comportements ne profitent pas de cette conjoncture et disparaissent des marchés deux étapes plus tard.

Analysons maintenant un autre cas extrême, celui des marchés de duopole. D'après les résultats classiques de l'analyse économique mais aussi des expérimentations, ce type de configuration profite *a priori* aux comportements *coopératifs*. Mais, d'après les résultats présentés dans le chapitre précédent, ces marchés devraient représenter un terrain propice pour les comportements *stratégiques*, qui obtiennent de meilleurs résultats lorsqu'ils se retrouvent seuls en présence avec des comportements moins prédateurs. Les *coopératifs* de type 4 seraient, eux, plus facilement exploitables, dans ce type de configuration. Quelle est l'issue de la confrontation entre des comportements sur les marchés de duopole ?

Comme on peut le constater sur la figure ci-dessous, ce processus se termine, lui aussi, avec l'installation des *coopératifs* de type 4 sur tous les marchés de duopole simulés.

Figure 6.20 Evolution de la distribution des comportements dans la population totale pour la simulation pour laquelle le nombre d'offreurs sur le marché est de 100 (S₉)



Ce qui change en revanche par rapport aux autres évolutions présentées est la manière dont les *coopératifs* s'emparent de ces marchés. On voit, en effet, quatre phases différentes tout au long de ce processus. Lors de la première phase, qui dure 7 étapes, les *coopératifs* de type 4 s'installent assez confortablement sur les marchés : ils atteignent une proportion relative de 61% lors de cette phase. Mais ils ne se maintiennent pas sur tous les marchés car leurs adversaires ne sont pas complètement éliminés. Un autre comportement *coopératif* prend le relais : il s'agit du *coopératif* de type 2 dont la proportion relative atteint 56% lors de la 10^{ème} phase. Mais le *coopératif* de type 2, qui est plus lent à s'adapter aux politiques des adversaires est devancé, dans la course pour la survie, par le *preneur de prix* de type 4. Les offreurs qui adoptent ce comportement représentent, lors de la 17^{ème} étape, 98.33% des effectifs totaux. A ce moment là, il ne reste, sur les marchés, que deux autres comportements : les *coopératifs* de type 4 (1.33%) et les *preneurs de prix* de type 3 (0.34%)... Or, c'est le petit effectif de *coopératifs* de type 4 qui réussit l'incroyable exploit d'éliminer tous les autres survivants du processus de sélection naturelle en occupant tout le terrain...

Il nous semblait que le résultat final obtenu ne tenait qu'à un fil : le fait que les *coopératifs* de type 4 survivent lors de la phase d'installation des *preneurs de prix* de type 4. Or, on pourrait très bien concevoir qu'ils disparaissent lors de cette phase. Cette simulation a été reproduite plusieurs fois, avec toujours le même résultat final. Le tableau ci-dessous présente les proportions de chacun des comportements à la fin des quatre phases lors de trois simulations S₉, S₁₀ et S₁₁.

Tableau 6.4 Proportions détenues par chaque comportement (en %) à la fin des quatre phases des simulations dans lesquelles il y a eu 2 offreurs par marché

Sim	Phase	Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	PP1	PP2	PP3	PP4	Strat1	Strat2	Strat3	Strat4
S ₉	1 ^{ère} phase	10	16,5	1,3	61,4	2,3	0	0,8	7	0,2	0,2	0,3	0
	2 ^{ème} phase	27,7	56,2	0	0,8	0	0	0,8	12,5	0	1,3	0,7	0
	3 ^{ème} phase	0	0	0	1,3	0	0	0,3	98,4	0	0	0	0
	4 ^{ème} phase	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
S ₁₀	1 ^{ère} phase	5,3	20,7	0,7	62,1	1,7	0	0,8	7,2	0,5	0,2	0,8	0
	2 ^{ème} phase	13,2	71,4	0	5	0	0	0,3	9,5	0,3	0	0,3	0
	3 ^{ème} phase	0	0	0	3,3	0	0	0	96,5	0	0	0,2	0
	4 ^{ème} phase	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
S ₁₁	1 ^{ère} phase	4,5	16,7	1	67	1	0	1	8	0,3	0	0,5	0
	2 ^{ème} phase	10,5	72,4	0	1,3	0	0	0,3	15,2	0	0	0,3	0
	3 ^{ème} phase	0	0,3	0	1,2	0	0	0	98,5	0	0	0	0
	4 ^{ème} phase	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Même si ces trois simulations supplémentaires réalisées sur les marchés de duopole ne nous permettent pas de conclure de manière définitive que les *coopératifs* de type 4 survivront toujours dans ce processus de sélection naturelle, elles nous indiquent que même dans ces conditions, ils peuvent le faire... Mais, s'ils réussissent à survivre, ils finissent par conquérir tous les marchés¹.

Finalement, nos résultats pointent vers une conclusion assez inhabituelle : la survie des *coopératifs* de type 4 serait plus menacée sur les marchés sur lesquels le nombre d'offeurs est très faible, alors qu'elle réussit toujours (même si l'acheminement de ce comportement est plus difficile) sur les marchés sur lesquels le nombre d'offeurs est très important ! Cette conclusion désavoue une longue tradition de l'analyse économique qui considère que, dès lors que le nombre d'offeurs est important, l'issue de cartel ne pourrait pas être maintenue. Nous montrons que, au contraire, l'issue de cartel s'installera toujours, à la fin d'un processus de sélection naturelle sur les marchés sur lesquels la condition d'atomicité est respectée mais qu'elle pourrait être mise en échec sur les marchés sur lesquels la condition d'atomicité n'est pas respectée.

En ce qui nous concerne, nous terminons cette section par conclure que, si on envisage principalement les marchés de « concurrence » (on suppose donc que le nombre d'offeurs sur le marché est important) alors, le phénomène de sélection naturelle permet la victoire absolue

¹ Cette analyse des marchés de duopole pose la question de savoir ce qui se passe dans la population finale qui résulte du processus de sélection naturelle, lorsqu'on réinjecte de nouveaux comportements. Ces nouveaux comportements modifient-ils la composition de la population totale ? Et si oui, quelle est la proportion minimale (ou maximale) qu'il faut réinjecter ?

d'un comportement dont les chances de survie paraissaient, *a priori*, très faibles : un comportement *coopératif*. De plus, l'issue finale observée sur ces marchés est, à la fin de ce processus, un état de quasi cartel. Ces deux résultats sont en opposition avec l'intuition friedmannienne, qui voyait dans la concurrence, envisagée en tant que processus de sélection naturelle, une garantie que les comportements adoptés par les offreurs sont des comportements de type *preneur de prix* et, par conséquent, que l'issue finale constatée sur ces marchés soit l'issue de concurrence.

Conclusion

Ce chapitre montre que, si l'on envisage la concurrence en tant que processus de sélection naturelle parmi les comportements adoptés, alors l'issue finale qui s'installe sur les marchés est en totale opposition avec l'idée dominante concernant les « vertus » de ce processus. Tous les marchés simulés, se trouvent, lors des dernières étapes de ce processus, à une issue très proche de l'issue de cartel. En revanche, ce résultat confirme une intuition très simple : en retirant tout pouvoir de négociation à une partie du marché, ici les acheteurs, la partie opposée, les offreurs, profiteront pleinement de leur position dominante (à condition que ceux-ci adoptent des conduites « raisonnables »). Les acheteurs n'ont pratiquement aucune menace (crédible) à mettre en œuvre et sont obligés, de par les règles d'échange, à se soumettre aux politiques des offreurs. Que ces derniers réussissent à imposer un état de quasi-cartel ne devrait pas nous surprendre autant... D'ailleurs, les études réalisées sur le dilemme du prisonnier montrent clairement que l'intuition (du modélisateur ou du lecteur) a tendance à sous-évaluer la probabilité d'évolution vers des situations généralisées de coopération. Ces états sont, finalement, souvent plus robustes et de plus forts attracteurs que ce qu'on pense *a priori* (Axelrod et Hamilton [1981] ; Axelrod [1984], [1997] ; Delahaye et Matthieu [1996], Dorat et Delahaye [2008]).

On a, à la fin de cette partie, une idée plus claire concernant le fonctionnement d'un marché décentralisé avec concurrence « parfaite ». Lorsque la concurrence sur le marché est incarnée (uniquement) par la demande parfaitement fluide, on a vu qu'elle ne conduit pas les marchés spontanément vers l'état de l'issue de concurrence... Envisagée à un niveau supérieur, la

concurrence, en tant que processus de sélection naturelle, change complètement l'ordre des choses sur les marchés. Ces deux formes de concurrence ne sont pas complémentaires, comme on aurait pu le penser au départ, mais substituables : la concurrence, envisagée comme un processus de sélection naturelle semble balayer, en seulement quelques étapes, les résultats auxquels avait abouti la concurrence, envisagée comme demande fluide. De plus, elle y installe un ordre complètement nouveau, celui de l'issue de cartel...

CONCLUSION GENERALE

Dans cette thèse nous avons étudié les effets de ce que l'on aimerait appeler la « vraie » concurrence, incarnée par la demande parfaitement fluide, sur un marché décentralisé « canonique » : un marché à prix affichés, production anticipée et coût marginal en forme de U.

Notre contribution a été précédée par de nombreux travaux qui ont révélé les difficultés liées à la compréhension du fonctionnement de ce marché. On peut s'attaquer à son étude par deux angles. Le premier est un angle analytique qui nous mène au bord d'un vide épistémologique : dans la plupart des contextes de marché à prix affichés, et sous les hypothèses les plus plausibles, il n'existe pas d'équilibre de Nash¹...

Le deuxième angle est celui de la confrontation (directe ou indirecte) avec les comportements que l'on peut s'attendre à rencontrer dans ce type de situation. En pratique, comment se comportent de tels marchés ? Nous avons utilisé, pour répondre à cette question, les résultats des expérimentations réalisées autour de ce contexte de marché depuis 40 ans²... Malgré leur nombre assez réduit, tous les travaux expérimentaux réalisés sur des marchés à prix affichés pour lesquels il n'existe pas d'équilibre de Nash montrent que nul ne saurait prédire comment se comportent ces marchés. Toutes les issues *a priori* possibles peuvent en effet y être observées. Il n'y a pas de main invisible pour conduire systématiquement les échanges vers l'issue concurrentielle. Nous nous sommes alors demandé pourquoi, sur certains marchés on l'observe et sur d'autres non ?

Nous avons mobilisé, pour répondre à cette question, le registre expérimental. Nous avons proposé un cadre de marché qui a l'avantage de réunir toutes les hypothèses habituelles de l'analyse économique. A notre étonnement, les 6 expérimentations menées dans ce cadre ont abouti à l'issue concurrentielle ! Ce résultat ne peut s'expliquer ni par les conditions

¹ Ce résultat troublant nous renvoie immédiatement à l'idée que la rationalité des acteurs dans ce contexte de marché ne peut pas être standard...

² La première difficulté est de classer ces expérimentations selon qu'il y a ou non, un équilibre de Nash dans les modèles de marché référents aux expérimentations.

expérimentales (qui ont varié d'une séance à l'autre) ni par les propriétés théoriques de cette issue (qui n'est pas un équilibre, donc pas un attracteur, fût-il seulement un attracteur local). Quelle « force » conduit alors les échanges sur ces marchés vers l'issue concurrentielle ?

L'analyse des décisions prises par les participants dans ces expérimentations montre clairement que l'on peut établir un lien étroit entre l'apparition de l'issue concurrentielle et le caractère « déraisonnable » des décisions prises. Ce résultat nous a laissé songeur : si la « main invisible » existait sur ces marchés, il faudrait l'attribuer au manque de raison de la part des offreurs ! Ce n'est pas la poursuite égoïste de l'intérêt propre qui produirait ce beau résultat mais, au contraire, une déficience dans l'adaptation des offreurs aux messages envoyés par le marché, ou une incapacité à améliorer les profits d'une période à l'autre.

Avant de conclure que l'efficacité des marchés est liée au caractère déraisonnable des comportements adoptés par les acteurs, il fallait tout de même examiner le cas symétrique : que se passe-t-il sur ces marchés lorsque les offreurs sont « raisonnables »¹ au sens de la théorie économique, c'est-à-dire capables de poursuivre leur intérêt ?

Pour répondre à cette question nous avons utilisé le registre des simulations informatiques. Nous avons montré, dans un premier temps, sous l'hypothèse que les offreurs sur ces marchés adoptent des conduites raisonnables, que toutes les issues *a priori* possibles peuvent être observées². L'issue de marché qui est finalement observée dépend moins des propriétés intrinsèques du marché que des comportements présents dans la situation étudiée.

Comme la « composition » des comportements en présence est au moins aussi déterminante que la structure du marché, la question suivante consistait à savoir à quoi pourrait ressembler la distribution plausible des comportements « adaptés » à cette structure de marché. Cela nous a amené à faire jouer à la concurrence un rôle de méta-niveau consistant à sélectionner les comportements les plus performants dans ce cadre d'interaction. Une analyse évolutionnaire de ce marché a abouti à un résultat largement contre-intuitif : le seul comportement sélectionné par le processus évolutionnaire est un comportement de type *coopératif*, c'est-à-dire un comportement capable d'instaurer un état de quasi-cartel sur ces marchés... Autrement

¹ Du fait que, pour ce contexte de marché il n'existe pas d'issue d'équilibre de Nash, le comportement rationnel standard n'a pas de prise ici.

² Nous avons tout de même fait remarquer les difficultés que nous avons eues à construire un comportement capable de découvrir cette issue et de la maintenir. Le comportement qui a été finalement proposé (PP4) est finalement plus proche du comportement du commissaire priseur sur un marché centralisé que du comportement d'un simple preneur de prix sur un marché centralisé.

dit, au terme de notre travail, il apparaît que le comportement le mieux adapté à la concurrence (dans un univers décentralisé avec demande fluide) détruit la concurrence.

Tels sont les résultats concrets établis par la thèse... Mais, au fil de ce travail, nous avons également eu l'occasion de soulever trois points de réflexion sur lesquels nous voulons revenir maintenant.

Le premier point est la définition de la concurrence pure et parfaite. Si l'on accepte que la concurrence pure et parfaite se définit par un petit nombre d'hypothèses précises et qu'elle n'est pas l'apanage du marché walrasien, alors, ces conditions sont au nombre de trois : l'information parfaite concernant les prix, l'existence d'un opérateur de la concurrence et l'atomicité de l'offre et de la demande¹. Pour assurer que l'information sur le marché soit parfaite, le cadre walrasien institue un commissaire priseur : c'est finalement lui (et lui tout seul) qui connaît les quantités que chacun des offreurs veut acheter ou vendre². L'opérateur de la concurrence sur un marché walrasien est le processus de tâtonnement : les offreurs et les acheteurs ne se rencontrent jamais vraiment, mais ils sont mis en lien à travers ce processus impersonnel de recherche du prix « du marché ». Enfin, l'atomicité est la garantie du bon déroulement de ce processus³.

Dans notre thèse, nous avons maintenu ces trois conditions, mais nous avons modifié les modalités par lesquelles elles se réalisent. Pour assurer la perfection de l'information nous avons supposé que les offreurs inscrivent leurs prix sur des ardoises, ce qui permet à tous les participants sur le marché de les connaître. L'opérateur de la concurrence, dans le cadre du marché que nous avons analysé est la demande parfaitement fluide : les acheteurs se déplacent

¹ On pourrait ajouter, si on voulait respecter au pied de la lettre la définition des manuels que le bien échangé est homogène... cette hypothèse est, de toute manière respectée.

² L'information dont disposent les offreurs et les acheteurs sur un marché walrasien est loin d'être parfaite : ces agents sont myopes, ils sont préoccupés uniquement par la maximisation de leurs utilités (et respectivement de leurs profits) et ils ne savent rien des intentions de leurs adversaires. Le manque de réalisme de cette hypothèse a été déjà souligné dans la thèse.

³ Cette garantie n'est pas nécessaire sur un marché walrasien, sur lequel le processus de tâtonnement peut, à condition qu'il soit bien calibré, aboutir à l'issue de concurrence, quel que soit le nombre d'offeurs ou d'acheteurs. En revanche, sur un marché à la Cournot, l'hypothèse de l'atomicité de l'offre représente une condition nécessaire pour que le processus de tâtonnement des offreurs aboutisse à l'issue de concurrence (sinon, l'issue d'équilibre de Nash sur ce marché est située au dessus de l'issue de concurrence).

sans aucun coût vers l'offreur qui propose le prix le plus faible et participent aux échanges tant que le prix affiché est inférieur ou égal à leur valeur de réserve (il ne peut pas y avoir, sur ces marchés, de phénomène de « grève des achats »). La condition d'atomicité a été maintenue dans notre cadre d'analyse. Nous avons donc étudié un marché décentralisé avec concurrence « pure et parfaite ». On pourrait même dire que nous avons étudié les propriétés du modèle canonique de la concurrence pure et parfaite... lorsque l'on élimine la fiction du commissaire priseur. L'une des conséquences a été de faire surgir le sentiment de vide créé par cette élimination, laquelle se traduit par l'absence d'équilibre de Nash. Nous avons montré que l'on ne peut combler ce vide qu'à la condition de repenser la théorie de l'agent dans un univers marchand.

Cela nous amène à préciser le deuxième point de réflexion lié à la question de rationalité des comportements adoptés dans ce contexte de marché. Nous avons introduit la rationalité imparfaite, à travers les comportements « raisonnables », non pas comme une défaillance, ou une limitation de la rationalité parfaite. Les comportements « raisonnables » qui ont été proposés ne devraient pas se comprendre comme des défauts de la rationalité standard. Si nous avons proposé ces comportements, c'est tout simplement que dans ce cadre de marché, la rationalité standard n'a pas de prise : elle n'a plus sa place.

Les comportements qui ont été proposés peuvent être classés selon leurs capacités de calcul et selon leur compréhension de l'environnement... On a des comportements qui sont plus performant que d'autres... et on a, surtout, des issues de marché différentes selon les comportements présents. Ceci rejaillit sur l'idée que l'on doit se faire de la concurrence.

Notre thèse a montré que la concurrence peut être envisagée à deux niveaux différents, et avec deux résultats différents. Le premier niveau est celui de la concurrence au sens classique : la concurrence qui détermine les prix et les quantités échangées sur un marché. Nous avons montré que lorsque la concurrence agit à ce niveau, ce qui produit l'issue finale ce sont les comportements adoptés par les offreurs. Mais, le deuxième niveau auquel on peut envisager la concurrence est celui d'un processus de sélection : la concurrence est aussi un mode de compétition et de sélection des comportements. L'apport de notre thèse est d'avoir montré qu'il est possible que la concurrence, lorsqu'elle agit à ce méta-niveau, peut détruire l'œuvre de la concurrence opérant au premier niveau... On aura, au final, deux mains invisibles : une première main qui peut produire, dans des circonstances assez spéciales, un résultat

socialement désirable, et une deuxième main qui peut complètement détruire l'œuvre de la première...

Les suites de ce travail peuvent être envisagées suivant deux axes. Le premier représente un prolongement de l'analyse du processus de sélection naturelle tandis que le deuxième envisage de prendre en compte quelques éléments plus « réalistes » concernant ce contexte de marché.

Le rapport entre les comportements « raisonnables » et les comportements « déraisonnables » sur le même marché mériterait d'être soumis à de nouvelles explorations. Premièrement, cela passerait par une série de simulations supplémentaires lors desquelles on propose d'introduire, dans la population initiale, le comportement « déraisonnable » dont les règles d'action ont été obtenues à la suite des expérimentations. On peut s'attendre à ce que ce comportement soit éliminé par les comportements plus raisonnables, mais sa disparition modifiera-t-elle la composition des comportements à l'issue de ce processus ? D'une manière plus générale, cette question ouvre un champ de réflexion tout neuf sur ce qu'on peut appeler un comportement « déraisonnable » ou « irrationnel » sur un marché sur lequel il n'existe pas d'équilibre en stratégies pures¹.

L'analyse du processus de sélection sur ce marché pourrait être également enrichie en testant la résistance des *coopératifs* de type 4 à l'introduction, à la fin du processus, de petites doses de comportements soit *stratégiques*, soit de *preneurs de prix*. Ces comportements, réinjectés parmi les *coopératifs*, réussiront-ils à survivre ? Jusqu'à quel dosage de comportements va-t-on observer une capacité de résistance des coopératifs ?

Nous proposons aussi d'analyser un autre mécanisme de sélection qui serait fondé non pas sur l'imitation des comportements qui obtiennent les meilleurs profits, mais sur une attitude de meilleure réponse face aux comportements qui ont été observés. Il s'agit d'une forme de « super rationalité » de la part des offreurs qui sauraient identifier les comportements adoptés

¹ L'intérêt de ce prolongement nous apparaît aussi évident lorsqu'on rappelle que, suite à nos expérimentations, nous avons conclu sur l'existence d'un lien étroit entre l'apparition de l'issue de concurrence et le caractère déraisonnable des comportements.

par leurs adversaires et s'y adapter en empruntant le comportement qui a le plus de chances de gagner contre les représentations du monde de leurs adversaires.

Enfin, le phénomène de dissémination des comportements peut être également étudié dans le cadre d'un réseau social. Supposons que les offreurs sont tous dispersés sur un graphe de type « petit monde ». Ceux-ci sont reliés entre eux soit par les liens du marché (en effet, plusieurs marchés peuvent exister dans ce « petit monde ») soit par des liens « sociaux ». Les meilleures pratiques se disséminent ainsi non seulement à l'intérieur du même marché mais aussi grâce aux liens qui unissent les offreurs sur des marchés différents. Quels comportements survivront dans ce « petit monde » ?

Une autre direction de recherche consiste à renoncer à quelques hypothèses considérées comme étant celles de la concurrence pure et parfaite. La première hypothèse à revoir dans ce cadre est celle d'une demande parfaitement fluide. On peut, au contraire, supposer que la demande présente un certain degré d'inertie et que d'une période à l'autre, les offreurs pourraient profiter de la « fidélité » de leurs consommateurs pour des variations « raisonnables » des prix. Est-ce que les résultats des expérimentations réalisées sur des marchés de ce type seront différents des résultats obtenus sur les marchés à demande fluide ? Est-ce que la modification de cette hypothèse contribuera à la consolidation de la présence des *coopératifs* à l'issue du processus de sélection ?

On voudrait aussi revoir les conditions de production des offreurs. Dans cette thèse nous avons utilisé l'hypothèse suivant laquelle les courbes de coût marginal des offreurs sont en forme de U. Cette hypothèse a été retenue tout simplement parce qu'elle apparaît dans les manuels de microéconomie et non pas en raison du rapport qui peut être fait avec les courbes de coût marginal des entreprises dans les économies réelles. Ce changement d'hypothèse ne modifie en rien les résultats analytiques obtenus¹. En revanche, on peut s'attendre à ce que les participants dans ces expérimentations soient plus performants, en raison notamment de la simplification des calculs auxquels ils seraient soumis.

¹ cf. Chapitre 1 de la thèse, sous les hypothèses habituelles de l'analyse économique, il n'existe pas d'équilibre de Nash sur la plupart des contextes de marché à prix affichés, demande parfaitement fluide et courbe de coût marginal constante.

ANNEXES

Annexe 1. Instructions de jeu

(pour les expérimentations E_1 et E_2)

Cadre général

Vous êtes un producteur de fraises. Ce bien est périssable (il ne peut pas être stocké). Vous êtes sur un marché dans un pays imaginaire avec d'autres producteurs de fraises et vous desservez les mêmes consommateurs.

Votre objectif est de **maximiser votre profit en vendant ce bien sur le marché**. Vous avez pour ce faire deux leviers de commande : les quantités que vous produisez et mettez en vente et le prix que vous pratiquez. Entre ces trois variables (profit, prix, quantité) il y a plusieurs relations :

- Plus on vend cher, plus on fait de profit par unité vendue. Mais, un prix élevé implique également qu'on a moins de chances de vendre, étant donné le fait que les clients préfèrent acheter au prix le plus bas.
- Plus on produit, plus on fait de profit, **si on arrive à tout vendre**. Vous devrez ainsi tenir compte du fait que plus on produit, plus les coûts augmentent, ce qui fait baisser votre profit.

Vous allez gérer cette entreprise pendant plusieurs périodes. A chaque période vous pourrez choisir librement votre niveau de prix et votre niveau de production.

Votre problème est compliqué par le fait qu'au moment où vous prendrez votre décision pour une période, vous ne connaîtrez pas les politiques que vos concurrents choisiront en même temps que vous. Vous connaîtrez seulement *leurs décisions antérieures* (vos concurrents sont logés à la même enseigne que vous).

Les conditions de production et celles d'écoulement du produit (demande) sont absolument stables sur toute la période. Elles sont les mêmes pour tous les concurrents qui opèrent sur le marché.

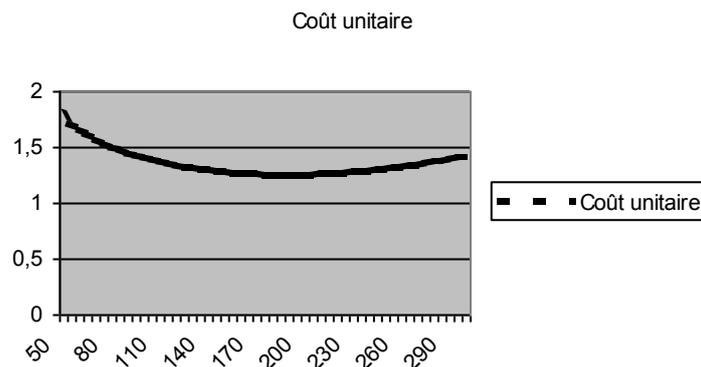
Votre attention est attirée sur quelques remarques concernant la demande du marché :

- Sur ce marché, les clients ne sont pas fidèles. Ceux qui ont acheté à votre entreprise à une période n'y retourneront pas forcément à la période suivante. Par conséquent, le fait de pratiquer un prix qui induit des pertes à une période pour « attirer » une grande partie de la demande et la conserver est sans intérêt.
- Sur ce marché, on ne permet pas l'élimination des offreurs. Subir des pertes pour en faire subir de plus fortes encore aux autres est là encore sans intérêt.

Il en résulte que les politiques de vente à perte sont fortement découragées sur ce marché. Par « vente à perte », on entend la situation dans laquelle votre prix de vente d'une unité ne couvre même pas le coût de production de cette unité.

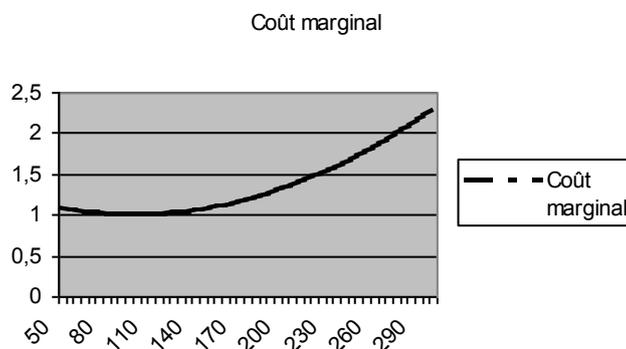
Conditions de production

Votre capacité de production ne vous permet pas de dépasser 300 unités (kilos). Le coût de production d'un kilo de fraises varie en fonction de votre production totale. A la fin des Instructions vous trouverez un tableau avec les différentes valeurs des coûts en fonction des niveaux de production. On en donne une représentation graphique simplifiée ci-après.



Lecture : Pour un niveau de production de 50 kilos, le coût de production d'un kilo de fraises est de 1.79 UM (la monnaie dans ce pays imaginaire). A partir de cette valeur il décroît lentement jusqu'à la valeur de 1.254 UM (pour une production de 190 kilos). Ensuite il augmente à nouveau jusqu'à 1.4 UM pour une production de 300 kilos.

Le coût pour produire un kilo en plus (que l'on appelle « coût marginal ») dépend lui-aussi du niveau de production. Il est indiqué sur le graphique suivant et aussi à la fin des Instructions (colonne Coût marginal).



Lecture : pour un niveau de production de 50 kilos, le coût de produire un kilo de plus est de 1.08 UM. On observe que le coût marginal décroît jusqu'à sa valeur la plus faible, de 1UM qui correspond à une quantité de 100 kilos. Ensuite, il augmente doucement jusqu'à la valeur de 2.27 UM pour une quantité de 300 kilos.

Situation de marché

Sur ce marché, les consommateurs sont sensibles au prix : plus le prix augmente, et moins ils sont tentés de consommer des fraises.

Les consommateurs voient tous les prix affichés sur le marché. Par ailleurs, ils achètent prioritairement au(x) vendeur(s) qui pratique(nt) le prix le plus bas. Mais, et ceci est très important, tous ne seront pas forcément servis, car les quantités offertes à ce prix peuvent être inférieures à la quantité totale demandée par les consommateurs. Ceux qui n'ont pas été servis s'adresseront alors au(x) vendeur(s) qui pratique(nt) le prix suivant et ainsi de suite jusqu'à ce que toute la demande soit satisfaite ou qu'il n'y ait plus de fraises à vendre.

La feuille de décision

Vous allez jouer ce jeu sur plusieurs périodes. A chaque période vous indiquerez sur votre feuille de décision votre prix de vente et la quantité que vous allez mettre en vente. Etant donné que le bien est périssable, la quantité produite et non vendue ne peut pas être stockée pour la période suivante du jeu et est donc considérée comme perdue.

Le prix que vous affichez au début de chaque période reste inchangé sur toute la période et les transactions vont s'opérer à ce niveau.

Vous n'êtes pas limités, pour vos annonces de prix et de quantité, à des nombres entiers. Vous pouvez afficher une offre fractionnaire, comme :

- Quantité = 150.2656
- Prix = 1.83485

(Cette indication ne signifie rien quant à la politique qui peut être optimale)

Informations obtenues après chaque période

A la fin de chaque période vous recevrez votre fiche de décision contenant en plus les informations suivantes : la quantité que vous avez **vendue** au cours de la période et le profit réalisé

Par ailleurs, on vous communiquera la liste des profits obtenus par les participants, ainsi que les politiques correspondantes. Cette affichage se fera de façon anonyme (vous ne connaîtrez pas les entreprises qui ont obtenu les profits) et par ordre décroissant des profits.

Paiement

Pour participer à cette expérience, vous recevrez un paiement fixe. Parallèlement, vous serez intéressés à la réussite de votre entreprise en recevant également un paiement proportionnel aux profits que vous aurez réussi à réaliser, qui viendra s'ajouter ou se retirer (si vous faites des pertes) à votre paiement fixe. Vous pourrez donc recevoir beaucoup ou rien, en fonction de vos décisions.

Vous allez jouer plusieurs périodes. On tirera « au hasard » certaines de ces périodes. Ce sont les profits (ou les pertes) que vous aurez réalisés au cours des périodes tirées au hasard qui détermineront le paiement que vous obtiendrez. Si vous faites des pertes à une période, ce n'est pas pour autant que vous repartirez automatiquement sans rien puisque cette période peut ne pas avoir été retenue par le tirage aléatoire. N'essayez donc pas de compenser des pertes passées par des stratégies « Risque-tout ». Pour les mêmes raisons, ne vous fondez pas non plus sur vos gains passés pour jouer à la va-vite. Essayez à chaque période de poursuivre rationnellement votre intérêt.

Avez-vous des questions ?

ATTENTION :

La communication entre les participants est strictement interdite pendant le déroulement de l'expérience. Vos décisions doivent être prises en complète indépendance des autres participants à l'expérience.

Valeurs du coût total, coût moyen et coût marginal selon le niveau de production

Q	C. total de production	Coût unitaire	Coût marginal
10	42,88	4,29	1,26
15	49,10	3,27	1,23
20	55,18	2,76	1,20
25	61,14	2,45	1,18
30	66,97	2,23	1,16
35	72,70	2,08	1,13
40	78,32	1,96	1,11
45	83,85	1,86	1,10
50	89,29	1,79	1,08
55	94,65	1,72	1,06
60	99,93	1,67	1,05
65	105,16	1,62	1,04
70	110,33	1,58	1,03
75	115,45	1,54	1,02
80	120,53	1,51	1,01

85	125,58	1,48	1,01
90	130,60	1,45	1,00
95	135,61	1,43	1,00
100	140,61	1,41	1,00
105	145,61	1,39	1,00
110	150,62	1,37	1,00
115	155,65	1,35	1,01
120	160,70	1,34	1,01
125	165,78	1,33	1,02
130	170,90	1,31	1,03
135	176,07	1,30	1,04
140	181,29	1,29	1,05
145	186,58	1,29	1,06
150	191,94	1,28	1,08
155	197,38	1,27	1,10
160	202,91	1,27	1,11
165	208,53	1,26	1,13
170	214,25	1,26	1,16
175	220,09	1,26	1,18
180	226,05	1,26	1,20
185	232,13	1,25	1,23
190	238,35	1,25	1,26
195	244,71	1,25	1,29
200	251,23	1,26	1,32
205	257,90	1,26	1,35
210	264,74	1,26	1,39
215	271,76	1,26	1,42
220	278,95	1,27	1,46
225	286,34	1,27	1,50
230	293,93	1,28	1,54
235	301,73	1,28	1,58
240	309,74	1,29	1,62
245	317,97	1,30	1,67
250	326,43	1,31	1,72
255	335,14	1,31	1,76
260	344,09	1,32	1,82
265	353,29	1,33	1,87
270	362,76	1,34	1,92
275	372,49	1,35	1,98
280	382,51	1,37	2,03
285	392,81	1,38	2,09
290	403,41	1,39	2,15
295	414,31	1,40	2,21
300	425,52	1,42	2,27

Annexe 2. D'autres versions de comportements de preneur de prix

- Le comportement de preneur de prix de type 3 – version 1 (PP3.1)

$$\begin{aligned} \text{si } R_{i,t-1} \leq k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1+k_2)^* \bar{p}_{t-1} \\ \text{si } R_{i,t-1} > k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1-k_2)^* \bar{p}_{t-1} \end{aligned}$$

Figure A.2.1 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel tous les 10 offreurs adoptent un comportement du type PP3.1

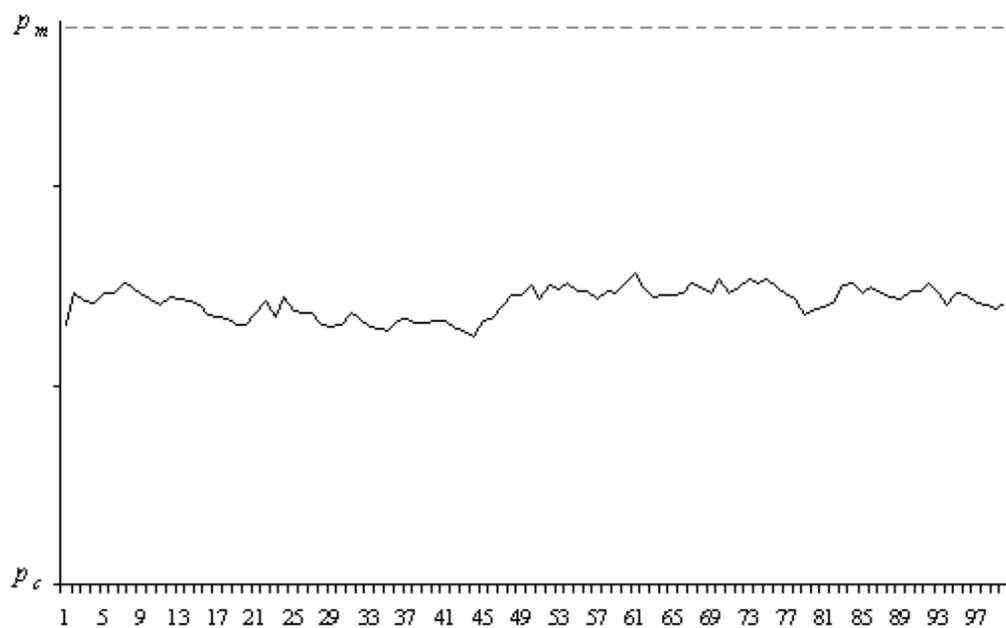
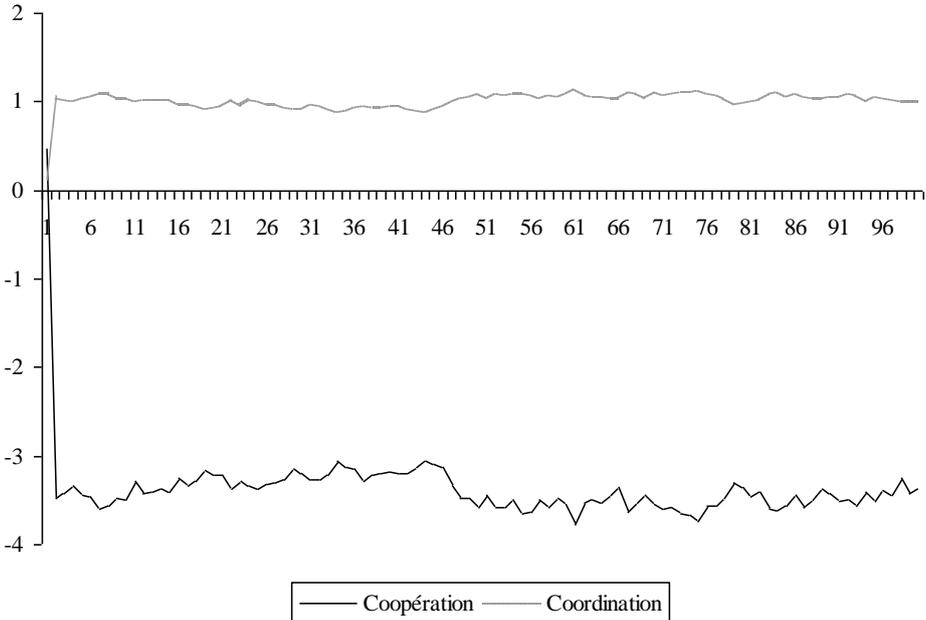


Figure A.2.2 Evolution des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel tous les 10 offreurs adoptent un comportement du type PP3.1



- Le comportement de preneur de prix de type 3 – version 2 (PP3.2)

$$\begin{aligned} \text{si } \bar{R}_{t-1} \leq k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1+k_2) * p_{i,t-1} \\ \text{si } \bar{R}_{t-1} > k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1-k_2) * p_{i,t-1} \end{aligned}$$

Figure A.2.3 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel tous les 10 offreurs adoptent un comportement du type PP3.2

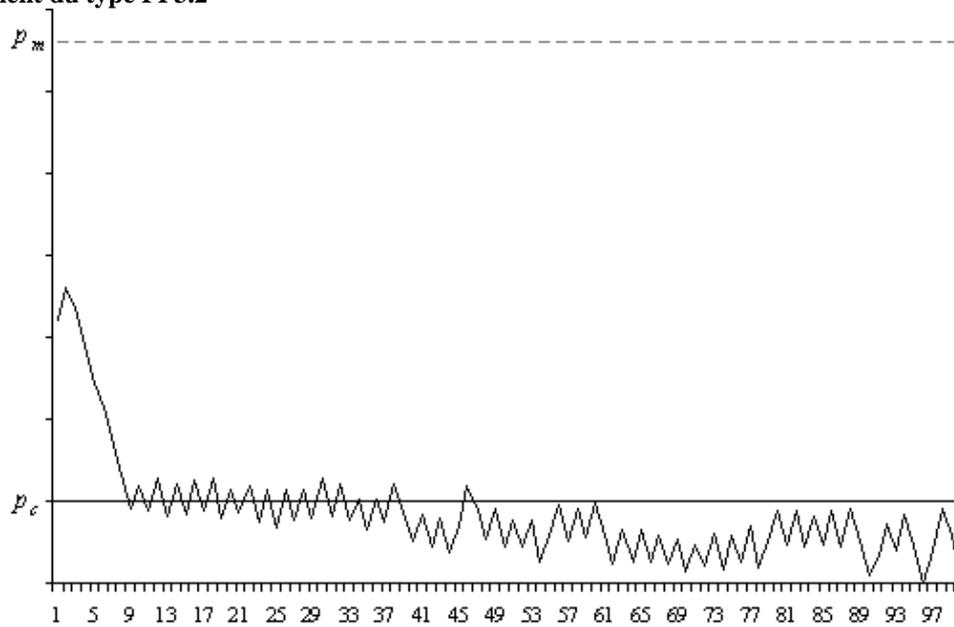
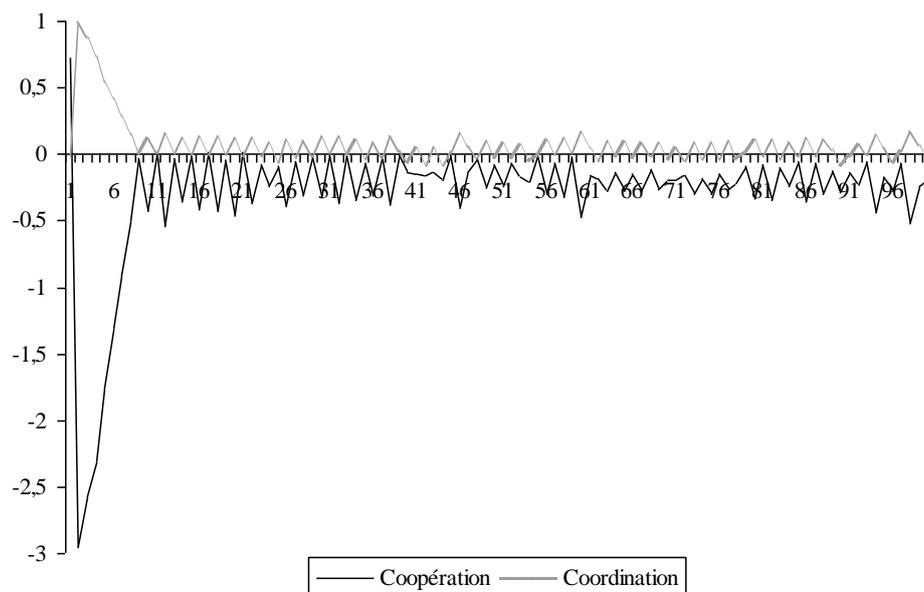


Figure A.2.4 Evolution des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel tous les 10 offreurs adoptent un comportement du type PP3.1



- Le comportement de preneur de prix de type 3 – version 3 (PP3.3)

$$\begin{aligned} \text{si } \bar{R}_{t-1} \leq k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1+k_2) * \bar{p}_{t-1} \\ \text{si } \bar{R}_{t-1} > k_1\%, \quad p_{i,t} &= (1-k_2) * \bar{p}_{t-1} \end{aligned}$$

Figure A.2.5 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel tous les 10 offreurs adoptent un comportement du type PP3.3

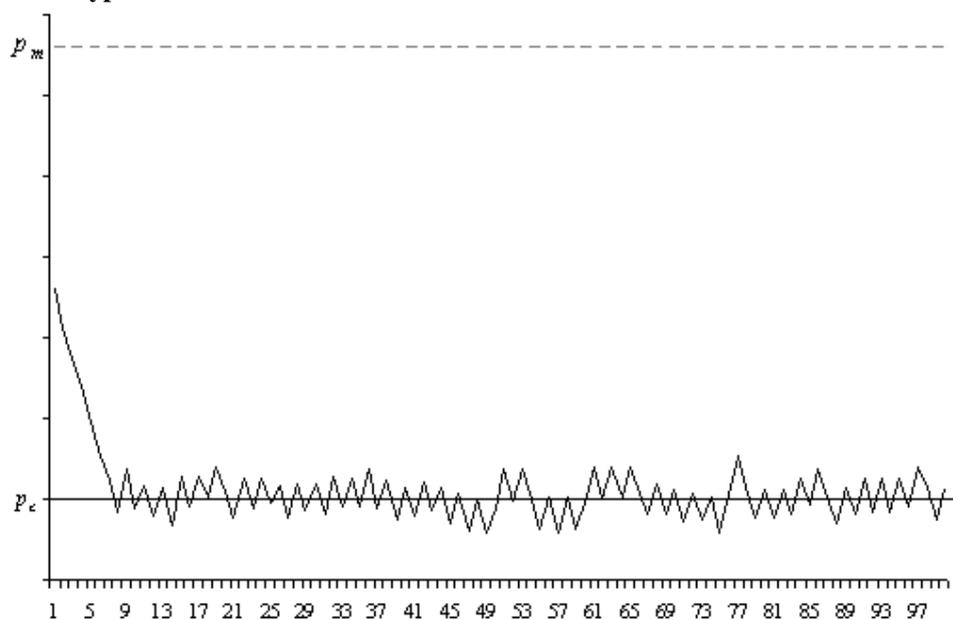
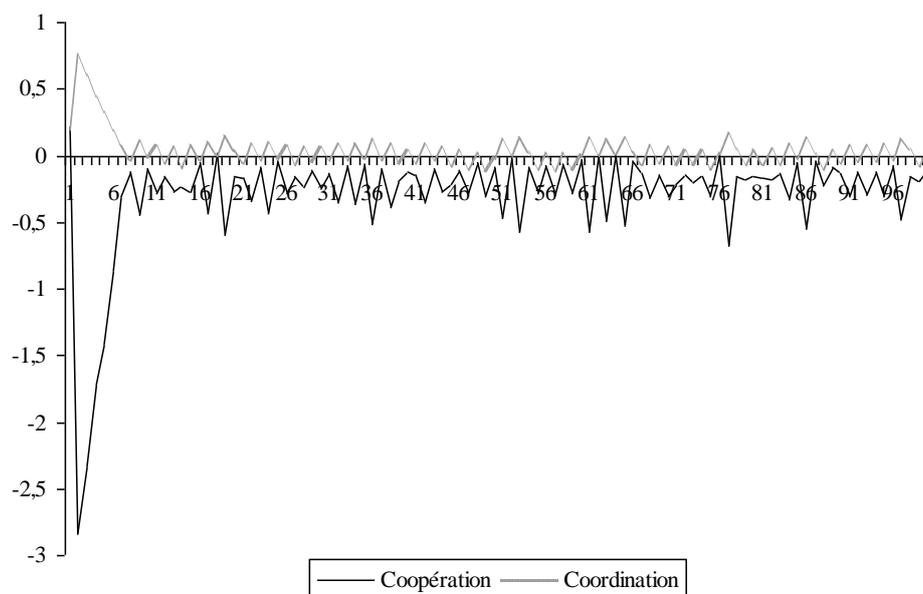


Figure A.2.6 Evolution des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel tous les 10 offreurs adoptent un comportement du type PP3.3



- Le comportement de preneur de prix de type 4 – version 1 (PP4.1)

$$\begin{aligned} \text{si } I_{coord,t-1} < 0, p_{i,t} &= p_{i,t-1} \left(1 + \frac{|I_{coord,t-1}|}{n} \right) \\ \text{si } I_{coord,t-1} = 0, p_{i,t} &= p_{i,t-1} \\ \text{si } I_{coord,t-1} > 0, p_{i,t} &= p_{i,t-1} \left(1 - \frac{|I_{coord,t-1}|}{n} \right) \end{aligned}$$

Figure A.2.7 Evolution du prix moyen sur un marché sur lequel tous les 10 offreurs adoptent un comportement du type PP4.1

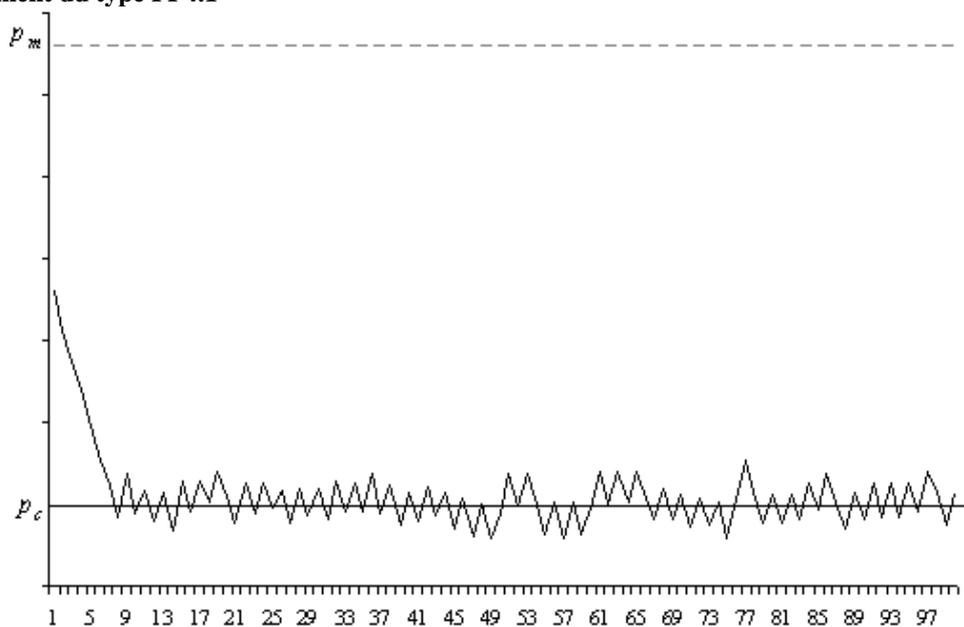
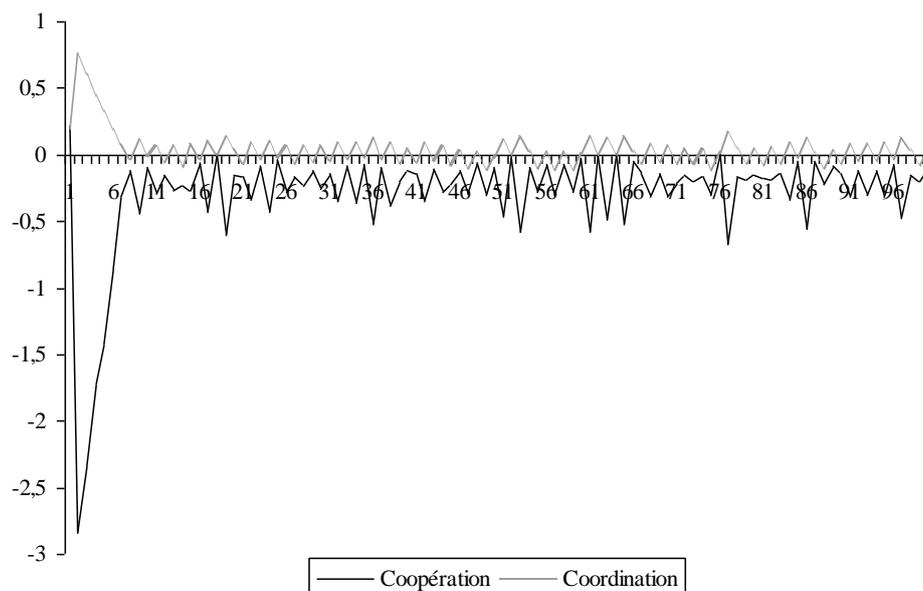


Figure A.2.8 Evolution des indices de coopération et de coordination sur un marché sur lequel tous les 10 offreurs adoptent un comportement du type PP4.1



Annexe 3. Les rencontres entre deux comportements « raisonnables » s'ayant soldées par une issue « inefficente »

(rappel : les deux comportements sont présents chacun, sur un marché de 10 offreurs, en proportions égales)

Tableau A.3.1 Données synthétiques concernant les duels entre les *preneurs de prix* et les *coopératifs* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Issue stable et inefficente	PP3	Coop1	1,55 0,02	-2,48 0,14	1,13 0,06
		Coop2	1,45 0,03	-2,07 0,13	0,9 0,06
		Coop3	1,39 0,05	-1,84 0,19	0,78 0,09
		Coop4	1,12 0,01	-1,38 0,11	0,41 0,04
	PP2	Coop1	1,56 0,01	-2,61 0,11	1,19 0,05
		Coop2	1,49 0,03	-2,29 0,16	1,01 0,08
		Coop3	1,2 0,04	-0,8 0,18	0,33 0,06
	PP4	Coop1	1,46 0,01	-1,34 0,09	0,68 0,03
		Coop2	1,16 0,02	-0,45 0,09	0,22 0,03
		Coop3	1,24 0,13	0,42 0,17	-0,01 0,02

Tableau A.3.2 Données synthétiques concernant les duels entre les *stratégiques* et les *coopératifs* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Issue stable et inefficace	Strat1	Coop2	1,17 0,02	-0,38 0,12	0,21 0,03
		Coop3	1,13 0,08	-0,31 0,47	0,18 0,18
	Strat2	Coop1	1,5 0,02	-1,83 0,16	0,87 0,06
		Coop2	1,36 0,02	-1,53 0,13	0,66 0,05
		Coop3	1,28 0,03	-1,2 0,16	0,5 0,06
		Coop4	1,07 0,02	-0,65 0,13	0,19 0,04
	Strat3	Coop2	1,16 0,02	-0,38 0,11	0,21 0,03
		Coop3	1,12 0,03	-0,23 0,14	0,15 0,04
	Strat4	Coop2	1,19 0,02	-0,28 0,12	0,21 0,04
		Coop3	1,41 0,06	-0,83 0,61	0,5 0,21

Tableau A.3.3 Données synthétiques concernant les duels entre les *stratégiques* et les *preneurs de prix* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
			écart type	écart type	écart type
Issue stable et inefficace	PP1	Strat2	1,06 0,01	-0,72 0,13	0,19 0,04
	PP2	Strat2	1,16 0,04	-1,99 0,37	0,53 0,11
	PP3	Strat1	1,1 0,02	-1,25 0,15	0,32 0,04
		Strat2	1,22 0,02	-2,75 0,15	0,77 0,05
		Strat3	1,1 0,02	-1,25 0,21	0,32 0,06
		Strat4	1,11 0,02	-1,35 0,16	0,35 0,05
	PP4	Strat2	1,06 0,02	-0,72 0,17	0,18 0,05

Annexe 4. Les rencontres entre trois comportements « raisonnables » s'ayant soldées par une issue « inefficente »

(rappel : les deux comportements sont présents chacun, sur un marché de 10 offreurs, en proportions égales)

Tableau A.4.1 Données synthétiques concernant les duels entre deux comportements *coopératifs* et un comportement *preneur de prix* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Issue stable mais inefficente	PP3	Coop1	Coop2	1,55 0,02	-1,85 0,14	0,94 0,06
			Coop3	1,53 0,02	-1,06 0,13	0,67 0,05
			Coop4	1,24 0,01	-0,22 0,07	0,23 0,03
		Coop2	Coop3	1,48 0,03	-0,94 0,12	0,6 0,05
			Coop4	1,17 0,02	-0,1 0,1	0,16 0,03
		Coop3	Coop4	1,12 0,03	-0,02 0,14	0,11 0,04
	PP4	Coop1	Coop2	1,42 0,01	-0,83 0,09	0,51 0,03
			Coop3	1,43 0,02	-0,44 0,07	0,42 0,03
			Coop4	1,26 0,01	-0,36 0,06	0,29 0,02
		Coop2	Coop3	1,2 0,02	-0,32 0,1	0,23 0,03
			Coop4	1,14 0,02	0 0,06	0,11 0,02
		Coop3	Coop4	1,12 0,03	0,06 0,08	0,08 0,03

Tableau A.4.2 Données synthétiques concernant les duels entre deux comportements *coopératifs* et un comportement *stratégique* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égales)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Issue stable mais inefficente	Coop1	Coop2	Strat1	1,82 0,02	-0,49 0,11	0,41 0,04
			Strat2	2,02 0,02	-1,03 0,08	0,67 0,04
			Strat3	1,93 0,01	-0,51 0,1	0,46 0,04
			Strat4	1,95 0,02	-0,4 0,08	0,43 0,03
		Coop3	Strat1	1,88 0,03	-0,35 0,13	0,4 0,04
			Strat2	1,94 0,03	-1,37 0,16	0,73 0,07
			Strat3	1,87 0,03	-0,32 0,13	0,39 0,05
			Strat4	1,92 0,02	-0,33 0,13	0,4 0,05
		Coop4	Strat1	1,67 0,06	-0,73 0,56	0,4 0,19
			Strat2	1,73 0,01	-1,23 0,13	0,58 0,05
			Strat3	1,74 0,03	-0,57 0,29	0,39 0,1
			Strat4	1,72 0,03	-0,43 0,25	0,34 0,09
	Coop2	Coop3	Strat1	1,2 0,02	-0,27 0,11	0,22 0,03
			Strat2	1,46 0,03	-0,81 0,12	0,54 0,05
			Strat3	1,21 0,03	-0,3 0,12	0,23 0,04
			Strat4	1,33 0,03	-0,08 0,09	0,25 0,03
		Coop4	Strat1	1,09 0,02	-0,15 0,1	0,11 0,03
			Strat2	1,3 0,02	-0,91 0,12	0,47 0,05
			Strat3	1,09 0,01	-0,16 0,11	0,11 0,03
			Strat4	1,18 0,01	-0,12 0,08	0,16 0,03
	Coop3	Coop4	Strat1	1,1 0,02	-0,03 0,1	0,1 0,03
			Strat2	1,21 0,03	-0,59 0,12	0,31 0,05
			Strat3	1,11 0,03	-0,07 0,14	0,11 0,05
			Strat4	1,12 0,05	0,04 0,17	0,09 0,07

Tableau A.4.3 Données synthétiques concernant les duels entre deux comportements *preneur de prix* et un comportement *coopératif* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égale)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
				écart type	écart type	écart type	
Issue stable mais inefficace	Coop1	PP1	PP2	1,32 0,01	-0,47 0,09	0,35 0,03	
			PP3	1,37 0,02	-1,94 0,15	0,84 0,07	
			PP4	1,25 0,01	-0,41 0,05	0,29 0,02	
		PP2	PP3	1,54 0,02	-3,17 0,13	1,35 0,06	
			PP4	1,46 0,01	-2,08 0,1	0,91 0,04	
		PP3	PP4	1,36 0,01	-1,77 0,1	0,69 0,03	
		Coop2	PP1	PP2	1,12 0,02	-0,07 0,08	0,1 0,03
				PP3	1,28 0,02	-1,56 0,11	0,63 0,04
				PP4	1,13 0,01	-0,04 0,05	0,11 0,02
	PP2		PP3	1,36 0,03	-2,68 0,2	0,95 0,09	
			PP4	1,12 0,02	-0,69 0,14	0,23 0,04	
	PP3		PP4	1,23 0,02	-1,18 0,12	0,44 0,04	
	Coop3		PP1	PP2	1,11 0,03	-0,03 0,09	0,1 0,03
				PP3	1,25 0,04	-1,43 0,2	0,56 0,09
				PP4	1,11 0,03	0 0,07	0,09 0,03
		PP2	PP3	1,25 0,05	-1,87 0,3	0,61 0,12	
			PP4	1,06 0,02	-0,35 0,13	0,12 0,03	
		PP3	PP4	1,15 0,02	-1,05 0,12	0,34 0,04	
		Coop4	PP1	PP2	1,08 0,1	-0,11 0,3	0,06 0,08
				PP3	1,06 0,01	-0,64 0,08	0,19 0,03
				PP4	1,11 0,14	-0,11 0,41	0,09 0,12
	PP2		PP3	1,06 0,01	-0,63 0,12	0,17 0,03	
			PP4	1,09 0,14	-0,41 0,68	0,15 0,21	
	PP3		PP4	1,09 0,02	-0,96 0,16	0,26 0,05	

Tableau A.4.4 Données synthétiques concernant les duels entre deux comportements *preneur de prix* et un comportement *stratégique* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égale)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Issue inefficace	PP1	PP2	Strat2	1,05 0,02	-0,44 0,21	0,12 0,06
			PP3	Strat1	1,08 0,02	-1,02 0,2
		Strat2		1,14 0,03	-1,73 0,25	0,49 0,08
		Strat3		1,09 0,02	-1,03 0,22	0,27 0,06
		Strat4		1,05 0,02	-0,63 0,13	0,17 0,04
		PP4	Strat2	1,05 0,03	-0,44 0,25	0,12 0,08
	PP2	PP3	Strat1	1,06 0,02	-0,74 0,2	0,18 0,05
			Strat2	1,18 0,04	-2,2 0,32	0,59 0,1
			Strat3	1,06 0,02	-0,79 0,2	0,19 0,05
			Strat4	1,08 0,02	-1,02 0,16	0,26 0,04
		PP4	Strat2	1,06 0,02	-0,68 0,17	0,17 0,04
		PP3	PP4	Strat1	1,08 0,02	-0,98 0,21
	Strat2			1,12 0,02	-1,48 0,2	0,38 0,06
	Strat3			1,05 0,02	-0,61 0,16	0,15 0,04
	Strat4			1,05 0,04	-0,62 0,31	0,16 0,12

Tableau A.4.5 Données synthétiques concernant les duels entre deux comportements *stratégiques* et un comportement *coopératif* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égale)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Issue "inefficace"	Strat2	Strat1	Coop1	1,38 0,03	-1,02 0,23	0,54 0,08
			Coop2	1,2 0,02	-0,95 0,13	0,36 0,04
			Coop3	1,15 0,03	-0,7 0,16	0,26 0,05
			Coop4	1,07 0,08	-0,55 0,5	0,17 0,18
		Strat3	Coop1	1,29 0,02	-0,82 0,19	0,42 0,06
			Coop2	1,15 0,02	-0,86 0,15	0,29 0,04
			Coop3	1,11 0,02	-0,67 0,14	0,22 0,04
			Coop4	1,14 0,13	-1,23 0,9	0,42 0,34
		Strat4	Coop1	1,29 0,03	-0,79 0,22	0,41 0,07
			Coop2	1,15 0,02	-0,84 0,12	0,3 0,04
			Coop3	1,17 0,03	-0,72 0,14	0,29 0,04
			Coop4	1,1 0,14	-0,66 0,68	0,24 0,26

Tableau A.4.6 Données synthétiques concernant les duels entre deux comportements *stratégiques* et un comportement *preneur de prix* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égale)

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché			Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination
				écart type	écart type	écart type
Issue stable mais inefficace	Strat1	Strat2	PP2	1,08 0,07	-0,88 0,59	0,23 0,18
			PP3	1,12 0,02	-1,54 0,21	0,4 0,06
		Strat3	PP3	1,06 0,03	-0,7 0,31	0,18 0,09
			Strat4	PP3	1,08 0,02	-1,05 0,22
	Strat2	Strat3	PP2	1,05 0,02	-0,61 0,2	0,15 0,05
			PP3	1,13 0,02	-1,57 0,2	0,41 0,06
			PP4	1,06 0,03	-0,61 0,26	0,16 0,06
		Strat4	PP2	1,08 0,09	-0,81 0,76	0,24 0,27
			PP3	1,13 0,03	-1,58 0,24	0,42 0,07
			PP4	1,05 0,02	-0,57 0,21	0,15 0,05
	Strat3	Strat4	PP3	1,07 0,09	-0,84 0,64	0,23 0,22

Tableau A.4.7 Données synthétiques concernant les duels entre un comportement *coopératif*, un comportement *preneur de prix* et un comportement *stratégiques* (rappel : lors de chaque rencontre, les comportements sont présents sur un marché de 10 offreurs en parts égale

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination		
			écart type	écart type	écart type		
Issue stable mais inefficace	Coop1	PP1	Strat2	1,37 0,01	-1,17 0,12	0,6 0,05	
			PP2	Strat1	1,39 0,02	-2,08 0,19	0,83 0,06
		Strat2		1,52 0,02	-2,91 0,15	1,24 0,07	
		Strat3		1,47 0,02	-2,2 0,15	0,95 0,05	
		Strat4		1,39 0,02	-2,12 0,13	0,85 0,05	
		PP3	Strat1	1,35 0,03	-1,62 0,33	0,66 0,11	
			Strat2	1,49 0,03	-2,49 0,22	1,06 0,09	
			Strat3	1,32 0,02	-1,23 0,16	0,54 0,05	
			Strat4	1,35 0,04	-1,63 0,33	0,67 0,11	
		PP4	Strat1	1,32 0,02	-1,25 0,12	0,53 0,04	
			Strat2	1,35 0,02	-1,64 0,13	0,66 0,05	
			Strat3	1,32 0,01	-1,28 0,1	0,54 0,03	
			Strat4	1,36 0,01	-0,9 0,1	0,49 0,03	
		Coop2	PP1	Strat1	1,1 0,03	-0,18 0,2	0,12 0,07
				Strat2	1,22 0,02	-1,11 0,1	0,44 0,04
				Strat3	1,09 0,02	-0,2 0,11	0,11 0,03
	Strat4			1,1 0,02	-0,14 0,13	0,11 0,04	
	PP2		Strat1	1,09 0,03	-0,46 0,18	0,17 0,05	
			Strat2	1,26 0,03	-1,89 0,2	0,63 0,08	
			Strat3	1,08 0,02	-0,39 0,15	0,14 0,04	
			Strat4	1,08 0,02	-0,28 0,15	0,12 0,04	
	PP3		Strat1	1,2 0,03	-1,42 0,17	0,46 0,06	
			Strat2	1,3 0,02	-2,19 0,12	0,75 0,05	
			Strat3	1,22 0,03	-1,14 0,15	0,42 0,05	
			Strat4	1,21 0,02	-1,37 0,14	0,47 0,05	
	PP4		Strat1	1,07 0,01	-0,26 0,1	0,11 0,03	
			Strat2	1,14 0,01	-0,86 0,13	0,29 0,04	
			Strat3	1,07 0,01	-0,26 0,1	0,11 0,03	
			Strat4	1,08 0,01	-0,21 0,1	0,11 0,03	

Tableau A.4.7 - suite

Type d'issue observée	Les comportements présents sur le marché		Prix moyen	Indice de coopération	Indice de coordination	
			écart type	écart type	écart type	
Issue stable mais inefficace	Coop3	PP1	Strat2	1,16 0,02	-0,83 0,13	0,32 0,04
		PP2	Strat2	1,21 0,03	-1,21 0,18	0,43 0,06
		PP3	Strat1	1,18 0,03	-0,95 0,18	0,34 0,06
			Strat2	1,29 0,02	-1,75 0,14	0,64 0,05
			Strat3	1,18 0,03	-1,27 0,19	0,41 0,06
			Strat4	1,14 0,03	-0,83 0,19	0,28 0,06
		PP4	Strat2	1,15 0,02	-0,74 0,14	0,28 0,04
	Coop4	PP1	Strat2	1,06 0,01	-0,58 0,1	0,17 0,03
		PP2	Strat2	1,05 0,02	-0,49 0,17	0,13 0,04
		PP3	Strat1	1,06 0,02	-0,65 0,22	0,18 0,06
			Strat2	1,15 0,02	-1,81 0,22	0,52 0,07
			Strat3	1,06 0,02	-0,61 0,17	0,16 0,04
			Strat4	1,06 0,02	-0,57 0,14	0,16 0,04
		PP4	Strat2	1,05 0,01	-0,53 0,12	0,15 0,03

BIBLIOGRAPHIE

ALCHIAN, A. A, Uncertainty, Evolution, and Economic Theory. *The Journal of Political Economy*, vol. 58, 1950, pp. 211-221

ALLEN, B., HELLWIG M., Bertrand-Edgeworth Oligopoly in Large Markets. *The Review of Economic Studies*, Vol. 53, No. 2, 1986, pp. 175-204.

ALLEN, B., HELLWIG M., The Approximation of Competitive Equilibria by Bertrand Edgeworth Equilibria in Large Markets. *Journal of Mathematical Economics*, 18, 1989, pp. 103-127

ALOS-FERRER C., ANIA, A. B., SCHENK-HOPPE, K. R., An Evolutionary Model of Bertrand Oligopoly. *Games and Economic Behavior*, vol. 33, 2000 pp. 1-19

ANDERHUB V., GUTH W., KAMECKE, U. *et al.*, Capacity Choices and Price Competition in Experimental Markets. *Experimental Economics*, 2003, vol. 6, p. 27–52

ANIA, A. B, Evolutionary stability and Nash equilibrium in finite populations, with an application to price competition. *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 65, 2008, pp. 472-488

ARROW, K.J., *Toward a Theory of Price Adjustment*, dans Moses Abramovitz et al., eds. *The Allocation of Economic Resources: Essays in Honor of Bernard Francis Haley*. Stanford: Stanford University Press, 1959

AXELROD, R., Effective Choice in the Prisoners' Dilemma. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 24, 1980.a, pp. 3-25.

AXELROD, R., More Effective Choice in the Prisoners' Dilemma. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 24, 1980.b, pp. 379-403.

AXELROD, R., *The Evolution of Co-operation*. Penguin Books, 1990 (1^{ère} éd. 1984), pp. 241.

AUMANN R. J., What is game Theory Trying to Accomplish?/ *Frontiers of Economics*, ed. par Kenneth Joseph Arrow et Seppo Honkapohja. Oxford : Ed. Basil Blackwell, 1985, p. 28-99

BEAUFILS, B., DELAHAYE, J-P., et MATHIEU, P., Complete Classes of Strategies for the Classical Iterated Prisoner's Dilemma, 1998, disponible sur www2.lifl.fr/IPD/references/from_lifl/.../ep98.slides.ps.gz

BECKER, G. S., Irrational Behavior and Economic Theory. *The Journal of Political Economy*, vol. 70, 1962, pp. 1-13

- BENOIT J-P., KRISHNA V., Dynamic Duopoly: Prices and Quantities. *The Review of Economic Studies*, Vol. 54, No. 1, 1987, pp. 23-35.
- BERTRAND J.L.F, Théorie des Richesses: revue de *Théories mathématiques de la richesse sociale* par Léon Walras et *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses* par Augustin Cournot [en ligne], *Journal des Savants*, 1883, pp.499-508. Disponible à : <http://cepa.newschool.edu/het/texts/marginal/bertrand83.pdf>
- BLAUG M., No History of Ideas, Please, We're Economists. *The Journal of Economic Perspectives*, 2001, 15, 1, pp. 145-164
- BRANDTS, J., ABBINK, K., 24. Pricing in Bertrand competition with increasing marginal costs. *Games and Economic Behavior*, 2008, vol. 63, p. 1-31.
- BRANDTS, J., GUILLÉN, P., Collusion and Fights in an Experiment with Price-Setting Firms and Production in Advance. *Journal of Industrial Economics*, 2007, vol. 55, p. 453-473.
- BREWER, P.J., HUANG M., NELSON B. et PLOTT C.R., On the Behavioral Foundations of the Law of Supply and Demand: Human Convergence and Robot Randomness. *Experimental Economics*, Vol. 5, 2002, pp.179-208.
- BROCHIER H, *Rationalité économique* dans Encyclopaedia universalis vol 13, 1980, pp. 997-999
- BROCK W.A., SCHEINKMAN J.A., Price-Setting Supergames with Capacity Constraints. *Review of Economic Studies*, 52, 3, 1985, pp.371-382.
- CASON, T.N., WILLIAMS, A.W., Competitive Equilibrium Convergence in a Posted-Offer Market with Extreme Earnings Inequities. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 14, 1990, pp.331-352.
- CHAMBERLIN, E.H., Monopolistic competition and the productivity theory of distribution/*Readings in the theory of income distribution*, ed. par William John Fellner et Bernard F. Haley ; textes réunis par American Economic Association. London : George Allen & Unwin Ltd., 1948, p. 143-157
- CHOWDHURY P.R., Bertrand–Edgeworth duopoly with linear costs: A tale of two paradoxes. *Economics Letters*, Vol. 88, 2005, pp. 61–65
- COOK, W.D. et VEENDORP, E.C.H., Six markets in search of an auctioneer. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economique*, Vol. VIII, No. 2, 1975, pp.238-257.
- CORDONNIER, L., *Coopération et réciprocité*. Paris : PUF - Presses Universitaires de France, 1997, 209 p. - (Sociologies, 0154-215X)
- COURNOT A-A., *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. Ed. Paris : Dunod, 2001, XXXII-145 p. (Théories économiques).

DASGUPTA P., MASKIN E., The Existence of Equilibrium in Discontinuous Economic Games, I: Theory. *The Review of Economic Studies*, 53, 1, 1986.a , pp. 1-26.

DASGUPTA P., MASKIN E., The Existence of Equilibrium in Discontinuous Economic Games, II: Applications. *The Review of Economic Studies*, Vol. 53, No. 1, 1986.b, pp. 27-41.

DASTIDAR, K.G., On the existence of pure strategy Bertrand equilibrium. *Economic Theory*, Vol. 5, No. 1, 1995, pp. 19-32.

DASTIDAR, K.G., Collusive Outcomes in Price Competition. *Journal of Economics*, Vol. 73, No. 1, 2001, pp. 81-93.

d'ASPREMONT C., DOS SANTOS FERREIRA, R., Price-Quantity competition with varying toughness. *Games and Economic Behavior*, vol. 65, 2009, p. 62-82

DAVIDSON C., DENECKERE R., Long-Run Competition in Capacity, Short-run Competition in Price, and the Cournot Model. *The RAND Journal of Economics*, Vol. 17, No. 3, 1986, pp. 404-415

DAVIDSON C., DENECKERE R., Excess Capacity and Collusion. *International Economic Review*, Vol. 31, No. 3, 1990, pp. 521-541.

DAVIS, D.D., Advance production and Cournot outcomes: an experimental investigation. *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 40, 1999, pp.59-79

DAVIS, D.D., HARRISON, G.W et WILLIAMS A.W., Convergence to Nonstationary Competitive Equilibria. *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 22 1993, pp.305-326

DAVIS, D.D. et HOLT, C.A., *Experimental economics*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1993.

DAVIS, D.D. et HOLT, C.A., Market Power and Mergers in Laboratory Markets with Posted Prices. *The RAND Journal of Economics*, vol. 25, no. 3, 1994, pp. 467-487

DAVIS, D.D. et HOLT, C.A., Conspiracies and Secret Discounts in Laboratory Markets. *The Economic Journal*, vol. 108, no. 448, 1998, pp. 736-756

DAVIS, D.D., KORENOK, O. et REILLY, R., Cooperation without Coordination: Signaling, Types and Tacit Collusion in Laboratory Oligopolies. *Document de travail*

DAVIS, D.D. et WILLIAMS A.W., The Effects of Rent Asymmetries in Posted Offer Markets. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, Vol. 7, No.3, 1986, pp.303-316

DAVIS, D.D. et WILLIAMS A.W., The Hayek Hypothesis in Experimental Auctions: Institutional Effects and Market Power. *Economic Inquiry*, Vol. XXIX, 1991, pp. 261-274

DAVIS, D.D. et WILSON B.J., Firm-specific cost savings and market power. *Economic Theory*, vol. 16, 2000, pp. 545-565

DEBREU G., Excess Demand Function. *Journal of Mathematical Economics*, Vol.1, pp. 15-21

DIXON H., Bertrand-Edgeworth Equilibria When Firms Avoid Turning Customers Away. *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 39, No. 2, 1990, pp. 131-146

DOLBEAR, F.T., LAVE, L.B., BOWMAN, G., LIEBERMAN, A., PRESCOTT, E., RUETER, F., SHERMAN, R., Collusion in oligopoly: an experiment on the effect of numbers and information. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 82, no.2, 1968, pp. 240-259

DORAT R., DELAHAYE J.P., Networks of communities and the evolution of cooperation. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 2008, vol. juillet.

DORAT R., DELAHAYE J.P., Evolution de la coopération dans les réseaux de communautés. *Publications Internes du LIFL*, 2006, juillet disponible à : <http://www2.lifl.fr/SMAC/publications/pls-200608.pdf>.

DUFWENBERG, M. et GNEEZY, U., Price competition and market concentration: an experimental study. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 18, 2000, pp. 7–22

DUFWENBERG, M., GNEEZY, U., GOEREE, J.K. et NAGEL, R., Price floors and competition. *Economic Theory*, 2006

DUMONT L., *Homo aequalis. I, Genèse et épanouissement de l'idéologie économique* [texte imprimé]. Ed. Paris : Gallimard, 2008, 270p. (Collection Tel, 0339-8560).

DURHAM, Y., MCCABE, K., OLSON, M.A., RASSENTI, S. et SMITH, V.L., Oligopoly competition in fixed costs environments. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 22, 2004, pp. 147-162

EDGEWORTH F.Y., *Papers Relating to Political Economy*. Vol. I, Section 2, Chapter E. THE PURE THEORY OF MONOPOLY, p. 111-142, 1925, 3 volumes. Disponible à : <http://cepa.newschool.edu/het/texts/edgeworth/edgewpapers.htm>

EBER, N., WILLINGER, M., *L'économie expérimentale*. Ed. Paris : La Découverte, 2005, 120 p. (Collection Repères).

EDGEWORTH F.Y., *Mathematical psychics an essay on the application of mathematics to the moral sciences*. Réimpression de l'éd. de 1881, éd. New York, A. M. Kelley, 1967, viii, 150 p. (Reprints of economic classics).

ENKE, S., On maximizing profits: a distinction between Chamberlin and Robinson. *The American Economic Review*, vol. 41, 1951, pp. 566-578

FISHER, F., *Disequilibrium Foundations of Equilibrium Foundations*. Cambridge, Cambridge University Press, 1983.

FISHER, F., Adjustment Processes and Stability. *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, Eatwell et al., eds., Volume 1 A to D, London, The Macmillan Reference Ltd.; New York, The Stockton Press, 1987, pp. 26–29

FRIEDMAN J.W., A Non-cooperative Equilibrium for Supergames. *The Review of Economic Studies*, Vol. 38, No. 1, 1971, pp. 1-12

FRIEDMAN J.W., On the Strategic Importance of Prices versus Quantities. *The RAND Journal of Economics*, Vol. 19, No. 4, 1988, pp. 607-622

FRIEDMAN, M., *Essais d'économie positive*. Traduit par Guy Millière. - Paris : Litec, 1995 . - 303 p.. - (L.I.B.E.R.A.L.I.A., économie et liberté, 1157-3937) . by. Chicago: The University of Chicago Press. 1953. Pp. v, 328.

FOURAKER, L.E., SIEGEL, S., *Bargaining Behavior*. New York : McGraw-Hill, 1963

GJERSTAD S., The Competitive Market Paradox. *Purdue University, West Lafayette Indiana, Institute for Research in the Behavioral, Economic and Management Sciences, document de travail* No. 1180, 2006,

GJERSTAD S. et SHACHAT, J.M., Individual Rationality and Market Efficiency. *document de travail*

GLICKSBERG I.L., A Further Generalization of the Kakutani Fixed Point Theorem, with Application to Nash Equilibrium Points. *Proceedings of the American Mathematical Society*, Vol. 3, No. 1, 1952, pp. 170-174.

GODE, D.K. et SUNDER, S., Allocative Efficiency of Markets with Zero-Intelligence Traders: Market as a Partial Substitute for Individual Rationality. *Journal of Political Economy*, Vol. 101, 1993, pp.119-137.

GRAMPP W.D., What Did Smith Mean by the Invisible Hand?. *Journal of Political Economy*, 2000, 108, 3, pp. 441-465

GUERRIEN B., *Concurrence, flexibilité et stabilité : des fondements théoriques de la notion de flexibilité* [texte imprimé]. Ed. Paris : Economica, 1989, 303 p.

GUERRIEN B., *L'Economie néo-classique* [texte imprimé]. Nouvelle éd. Ed. Paris : La Découverte, 1991, 127 p. (Collection Repères, 73).

GUERRIEN B., *Dictionnaire d'analyse économique : microéconomie, macroéconomie, théorie des jeux, etc.* 3^e éd. augm. Paris : La Découverte, 2002, 568 p.

GUERRIEN B., PIGNOL C., La théorie de l'équilibre général depuis 1939/ *Nouvelle histoire de la pensée économique, Tome III Des institutionnalistes à la période contemporaine* ed. par Alain BERAUD, Gilbert FACCARELLO. Paris : Ed. la Découverte, 2000, p. 379-416

HAHN, F. H., On Non-Walrasian Equilibria. *Review of Economic Studies*, 1978, vol. 26, pp. 110-125.

- HAHN, F. H., Auctioneer. *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, Eatwell et al., eds., Volume 1 A to D, London, The Macmillan Reference Ltd.; New York, The Stockton Press, 1987, pp. 62-67
- HALL, R., HITCH, C., Price Theory and Business Behaviour. *Oxford Economic Papers*, vol. 2, 1939, pp. 12-45.
- HARRINGTON, J.E.Jr, A Re-Evaluation of Perfect Competition as the Solution of the Bertrand price Game. *Mathematical Social Sciences*, Vol. 17, 1989, pp.315-328.
- HART, O.D., On the Optimality of Equilibrium when the Market Structure is Incomplete, *Journal of Economic Theory*, Vol. 11, No. 3, 1975, pp.418-43.
- HEHENKAMP, B., LEININGER, W., A note on evolutionary stability of Bertrand equilibrium. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 9, 1999, pp. 367-371
- HEHENKAMP, B., QIN, C-Z., STUART, C., Economic natural selection in Bertrand and Cournot settings. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 9, 1999, pp. 211-224
- HOERNIG S.H., Mixed Bertrand equilibria under decreasing returns to scale: an embarrassment of riches. *Economics Letters*, Vol. 74, 2002, pp. 359–362
- HOLT, C., The Exercise of Market-Power in Laboratory Experiments. *Journal of Law and Economics*, vol. 32, p. S107-S130.
- HOLT, C., Industrial organization: a survey of laboratory research/ *The handbook of experimental economics*, ed. par Kagel J., Roth A. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1995
- HONG, J.T. et PLOTT C.R., Rate Filing Policies for Inland Water Transportation: An Experimental Approach. *The Bell Journal of Economics*, Vol. 13, No. 1, 1982, pp. 1-19.
- HUCK, S., NORMANN H.-T. et OECHSSLER, J. Does information about competitors' actions increase or decrease competition in experimental oligopoly markets?. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 18, 2000, p. 39-57
- ISAAC R. M. et PLOTT, C.R., The Opportunity for Conspiracy in Restraint of Trade. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 2, No. 1, 1981, pp. 1-30
- ISAAC R. M. et RAMEY V. ET WILLIAMS A. W., The Effects of Market Organization on Conspiracies in Restraint of Trade. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 5, No. 2, 1981, pp. 191-222
- ISAAC R. M. et REYNOLDS S.S., Two or four firms: does it matter?/ *Research in Experimental Economics*, vol. 9, ed. par Holt, C. et Isaac, R.M., Amsterdam: JAI- Elsevier, 2002, pp. 95-119
- ISAAC, R. M., SMITH, V.L., In Search of Predatory Pricing, *The Journal of Political Economy*, Vol. 93, No. 2, 1985, pp. 320-345

- JOYCE, P., Information and Behavior in experimental markets. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 4, 1983, pp.411-424.
- KETCHAM J, SMITH, V.L., et WILLIAMS A.W., A Comparison of Posted-Offer and Double-Auction Pricing Institutions. *The Review of Economic Studies*, Vol. 51, No.4, 1984, pp.595-614.
- KREPS D.M., SCHEINKMAN J.A., Quantity Precommitment and Bertrand Competition Yield Cournot Outcomes. *The Bell Journal of Economics*, Vol. 14, No. 2, 1983, pp. 326-337.
- KRUSE, J.B., Nash Equilibrium and Buyer Rationing Rules: Experimental Evidence. *Economic Inquiry*, vol. 31, no. 4, 1993, p.631-646
- KRUSE, J.B., RASSENTI, S., REYNOLDS, S.S. et SMITH, V.L., Bertrand-Edgeworth Competition in Experimental Markets. *Econometrica*, vol. 62, no. 2, 1994, pp. 343-371
- LEVIN, I.P., SCHNEIDER, S.L., GAETH, G.J., All frames are not created equal: a typology and critical analysis of framing effects. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* vol. 76, 1998, 149–188.
- LEVITAN R., SHUBIK M., Price Duopoly and Capacity Constraints. *International Economic Review*, Vol. 13, No. 1, 1972, pp. 111-122.
- LEVITAN R., SHUBIK M., Duopoly with Price and Quantity as Strategic Variables. *International Journal of Game Theory*, Vol. 7, Issue 1, 1971, page 1-11.
- MACHLUP, F., Marginal Analysis and Empirical Research. *The American Economic Review*, vol. 36, 1946, pp. 519-554
- MANTEL, R. On the Characterization of Excess Demand. *Journal of Economic Theory*, vol. 7, pp. 384-353
- MARSHALL A., *Principles of economics*. Fac-sim. de l'édition de : London : Macmillan, 1920. – 8^e ed. Ed. Amherst, NY : Prometheus Books, 1997, xxiii-319 p. (Great minds series).
- MASKIN E., The Existence of Equilibrium with Price-Setting Firms. *The American Economic Review*, Vol. 76, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninety-Eighth Annual Meeting of the American Economic Association, 1986, pp. 382-386.
- MESTELMAN, S., WELLAND, D. et WELLAND, D., Advance production in posted offer markets. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 8, 1987, pp.249-264.
- MESTELMAN, S. et WELLAND, D., Advance Production in Experimental Markets. *The Review of Economic Studies*, Vol. 55, No. 4, 1988, pp. 641-654.

- MESTELMAN, S. et WELLAND, D., The effects of rent asymmetries in markets characterized by advance production. A comparison of trading institutions. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 15, 1991.a, pp. 387-405.
- MESTELMAN, S. et WELLAND, D., Inventory Carryover and the Performances of Alternative Market Institutions. *Southern Economic Journal*, Vol. 57, No. 4, 1991.b, pp. 1024-1042.
- MESTELMAN, S. et WELLAND, D., Price flexibility and market performance in experimental markets. *Economic Theory*, Vol. 4, 1994, pp. 105-129.
- MOUCHOT, C., *Méthodologie économique*. Paris : éd. Seuil, 2003, p.548
- MUREN, A., Quantity precommitment in an experimental oligopoly market. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 41, 2000, pp. 147-157.
- NOUSSAIR, C. et RUFFIEUX B., UN enseignement majeur de l'économie expérimentale : marchés non financiers et marchés financiers s'opposent en matière d'efficacité. *Revue économique*, vol. 53, 2002, p. 1051-1074
- NOUSSAIR, C., ROBIN, S. et RUFFIEUX B., The effect of transaction costs on double auction markets. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 36, 1998, pp.221-233.
- PHELPS, E.S., *Economie politique*. Paris : Fayard, c1990, xxii, 729 p, Les Savoirs
- PLOTT, C., SMITH, V.L., An Experimental Examination of Two Exchange Institutions. *Review of Economic Studies*, Vol. 45, No.1, 1978, pp.133-153
- PLOTT, C., An updated review of industrial organization: applications of experimental methods/ *Handbook of industrial organization*, vol. 2, ed. par Schmalensee, R., Willig, R. Amsterdam : North Holland, 1989
- PUZZELLO, D., Tie-Breaking Rules and Divisibility in Experimental Duopoly Markets. *MPRA (Munich Personal RePEc Archive)*, document de travail no. 6436, mis en ligne en 2007 à : <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/6436/>
- QIN, C-Z., STUART, C., Are Cournot and Bertrand equilibria evolutionary stable strategies? *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 7, 1997, pp. 41-47
- REBEYROL, A., *La pensée économique de Walras* [texte imprimé]. Ed. Paris : Dunod, 1999, VII-264 p. (Théories économiques. Economie).
- RHODE, P., STEGEMAN M., Non-Nash equilibria of Darwinian dynamics with application to duopoly. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 19, 2001, pp. 415-453
- ROBINSON, J.V., *L'économie de la concurrence imparfaite*. Paris, éd. Dunod, 1975, 328 p.

- SAMUELSON P.A., NORDHAUS W.D. *Micro-économie*. 14^{ème} éd. Paris : Ed. d'Organisation, 1995, 569p. (Enseignement supérieur. Economie)
- SCARF, H., Some Examples of Global Instability of the Competitive Equilibrium, 1960, *International Economic Review*, Vol. 1, No. 3, pp. 157-172
- SCHAFFER, M. E, Evolutionary Stable Strategies for a Finite Population and a Variable Contest Size. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 132, 1988, pp. 469-478
- SCHAFFER, M. E, Are Profit-Maximisers the best survivors? A Darwinian Model of Economic natural Selection. *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 12, 1989, pp. 29-45
- SCHOTTER, A.R., *Microeconomics: a modern approach* [texte imprimé]. 2^e éd. Reading (Mass.); Menlo Park; New York: Addison-Wesley, 1997, XXV-654p. (The Addison-Wesley series in economics)
- SHUBIK, M., *Stratégie et structure des marchés : concurrence, oligopole, théorie des jeux* [texte imprimé]. Paris, éd. Dunod, 1964, XV, 330 p.
- SMITH, V.L., An Experimental Study of Competitive Market Behavior. *The Journal of Political Economy*, Vol. 70, No.2, 1962, pp. 111-137
- SMITH, V.L., Effect of Market Organization on Competitive Equilibrium. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 78, No.2, 1964, pp. 181-201
- SMITH, V.L., Experimental Auction Markets and the Walrasian Hypothesis. *The Journal of Political Economy*, Vol. 73, No.4, 1965, pp. 387-393
- SMITH, V.L., Microeconomic systems as an experimental science. *American Economic Review*, Vol. 72, 1982, pp. 923-955
- SMITH, V.L., *Bargaining and market behavior: essays in experimental economics*. Cambridge (UK) ; New York : Cambridge University Press, 2000, 450p
- SMITH, V.L., WILLIAMS, A.W., On Nonbinding Price Controls in a Competitive Market. *American Economic Review*, Vol. 71, 1981, pp. 467-474
- SONNENSCHNEIN, H., Market excess demand functions. *Econometrica*, vol. 40, 1972, pp. 549-563
- SONNENSCHNEIN, H., Do Walras' identity and continuity characterize the class of community excess demand functions? *Journal of Economic Theory*, vol. 6, 1973, pp. 345-354
- SRAFFA, P., The Laws of Returns under Competitive Conditions. *Economic Journal*, Vol. 36, 1926 pp. 535-560
- TIROLE, J., *Théorie de l'organisation industrielle*. Tome 2. Paris : Economica, 1995, 551p. (Collection "Economie et statistiques avancées". Série Ecole nationale de la statistique et de l'administration économique et Centre d'études des programmes économiques).

TRICOU, F., Rationalité du comportement des marchands et règles d'organisation des marchés. *Cahiers d'économie politique*, « Quelles hypothèses de rationalité pour la théorie économique », n. 24-25, 1994, pp.37-67

VANEECLOO, N., La "loi" du prix unique. *Cahiers Lillois d'Economie et de Sociologie*, N. 1, 1^{er} semestre, 1983, pp. ????

VARIAN; H.R., *Analyse microéconomique* [texte imprimé]. 2^e éd. Bruxelles : De Boeck université, 2008, XV-509p. (Ouvertures économiques)

VARIAN; H.R., *Introduction à la microéconomie* [texte imprimé]. 6^e éd. Bruxelles : De Boeck université, 2006, XI-824 p, (Ouvertures économiques, 0777-2831)

VEGA-REDONDO, F., The Evolution of Walrasian Behavior. *Econometrica*, vol. 65, 1997, pp. 375-384.

VROMEN. J. J., *Economic Evolution: An Enquiry into the Foundations of New Institutional Economics*. London: Routledge, 1995, p. 245

WALLISER, B, *L'économie cognitive*. Paris : O. Jacob, 2000, 258 p.

WALRAS, L., *Eléments d'économie politique pure ou Théorie de la richesse sociale* [texte imprimé]. Ed. définitive revue et augm., nouveau tirage, Paris : Libr. générale de droit et de jurisprudence : R. Pichon et R. Durand-Auzias, 1952, XX-491p.

WEIBULL, J. W., The 'as if' approach to game theory: Three positive results and four obstacles. *European Economic Review*, vol. 38, 1994, pp. 868-881

WEIBULL, J. W., *Evolutionary Game Theory*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, 1995 (re-édition 1997), p. 265

WEIBULL, J. W., Evolution, rationality and equilibrium in games. *European Economic Review*, vol. 42, 1998, pp. 641-649

WILLIAMS, A.W Computerized Double-Auction Markets: Some Initial Experimental Results. *Journal of Business*, Vol. 53, No.3, 1980, pp.235-258

WILLIAMS, F.E., The Effect of Market Organization on Competitive Equilibrium: the Multi-unit Case. *The Review of Economic Studies*, Vol. 40, No. 1, 1973, pp. 97-113

WILSON B.J., What Collusion? Unilateral Market Power as a Catalyst for Countercyclical Markups. *Experimental Economics*, vol. 1, 1998, pp. 133-145

CONTRIBUTION A LA COMPREHENSION DU FONCTIONNEMENT D'UN MARCHÉ DECENTRALISÉ ET CONCURRENTIEL

Résumé

L'idée de la concurrence « pure » est paradoxalement incarnée, dans l'analyse économique, par un contexte de marché très centralisé, régi par un commissaire priseur. A tel point que l'on peut légitimement se demander où est la concurrence et où est la liberté d'action des agents économiques dans cette représentation.

L'objet de la thèse est d'étudier une représentation alternative de la concurrence « pure », qui fasse sa place à la liberté de fixer les prix des offreurs et au pouvoir (concurrentiel) des demandeurs de choisir leur offre. On se demande alors simplement : comment fonctionne un tel marché décentralisé **et** concurrentiel.

L'énigme se situe au confluent de deux courants. Le premier est de nature analytique : sur ce marché il n'existe pas d'équilibre de Nash en stratégies pures. Le deuxième est de nature pratique : les résultats des expérimentations réalisées depuis une quarantaine d'années ont montré que nul ne saurait prédire le comportement de tels marchés.

Nous contribuons à ce débat en montrant, à partir d'une étude expérimentale, que la concurrence, à elle seule, ne conduit pas en général le marché vers l'issue « concurrentielle ». Au passage, nous montrons même que, contrairement à ce qu'on pense habituellement en économie, lorsque l'on parvient à ce résultat, ce n'est pas la rationalité des agents qui conduit le marché vers cette issue, mais plutôt leur manque de rationalité. Dans ce contexte de marché marqué par l'absence d'équilibre, c'est moins la structure du jeu que les conduites effectivement adoptées par les agents qui en déterminent l'issue.

Se pose ainsi la question de la sélection des comportements adéquats à ce contexte « d'absence ». A l'aide de simulations informatiques, nous montrons que la concurrence, envisagée cette fois-ci à un méta-niveau mène à un état final stable... mais très différent de celui que l'on attendait : le marché peut se trouver, à la fin d'un processus de sélection dans un état très proche du cartel.

Mots-clé : concurrence, marché décentralisé, rationalité, équilibre, comportement

A CONTRIBUTION TO THE UNDERSTANDING OF HOW DECENTRALISED AND COMPETITIVE MARKETS WORK

Abstract

Economics paradoxically attribute “pure” competition to an extremely centralised market governed by an auctioneer. Therefore, one can legitimately wonder then where “competition” and economic agents' freedom actually is under this representation.

This thesis' object is the study of an alternative representation of « pure » competition in which suppliers are free to fix prices and bidders can competitively choose their outputs. We wonder how this decentralised **and** competitive market works.

The enigma that we study is situated at the confluence of two currents. The first one is of analytical nature: there exists no Nash equilibrium (under pure strategies hypothesis) for the market under study. The second one is of “practical” nature: the results of experiments carried over for the last 40 years show that no one can predict how these markets behave.

We contribute to this debate by showing, experimentally, that competition in itself does not automatically lead markets towards the competitive issue. Furthermore, we show that, contrary to economics' “common knowledge”, when this issue is actually reached, it may be so due to subjects' lack of rationality. In this market, it is agents' behaviour and to a lesser extent, game structure, which will determine the final issue observed.

One may then wonder how selection will operate amongst behaviours which are appropriate for this market context. A series of informatic simulations show that competition, considered this time at a meta-level will lead markets towards a stable state... but a state which is completely the opposite of what would have been expected. At the end of a selection process markets can find themselves at cartel-like state.

Keywords: competition, decentralised market, rationality, equilibrium, behaviour