

Chapitre 3

Demande de travail au noir en environnement concurrentiel : la malédiction de Bertrand¹

*«Mais s'il est si parfait que vous le déclarez,
Ce zèle qui vous pousse et dont vous vous parez,
D'où vient que pour paraître il s'avise d'attendre
Qu'à poursuivre sa femme il ait su vous surprendre,
Et que vous ne songez à l'aller dénoncer
Que lorsque son honneur l'oblige à vous chasser ?»*

Tartuffe ou l'imposteur (Acte V, Scène VII), Molière (1664).

Le pouvoir de taxation fournit aux gouvernants les ressources financières nécessaires à l'exercice du monopole de la contrainte légitime qui fonde son existence.² Il est donc

¹Ce chapitre est inspiré d'un travail en cours, réalisé en collaboration avec Jean-Louis Rullière, dans le cadre d'un contrat de recherche avec l'Agence Centrale des Organismes de Sécurité Sociale.

²«[...] l'État moderne est un groupement de domination de caractère institutionnel qui a cherché

indissociable des missions qui incombent à l'Etat. Ainsi, bien que la nature de ces missions partage les économistes, et détermine assez largement les contours des "écoles" du choix publique (Mueller, 2003), la nécessité de garantir la collecte des taxes demeure une exigence unanimement partagée. Pour les économistes, cette position de principe est renforcée par les coûts économiques associés au développement de l'économie souterraine, en termes de croissance (Loayza, 1997) comme de développement (Carillo & Pugno, 2004).

Du point de vue de l'analyse économique, la transition des agents économiques vers le secteur de l'économie informelle³ apparaît comme une réaction naturelle à une lourdeur excessive des charges liées à l'activité sur le marché légal. Une abondante littérature est consacrée à en évaluer la nature et identifie quatre causes principales susceptibles de participer au développement de ce secteur (voir la synthèse proposée par Schneider & Enste (2000) pour plus de détails). Se détourner du marché légal est d'abord un moyen de fuir les coût directs de la légalité, inhérents au niveau des taxes elle-mêmes (Jung, Snow & Trandel, 1994; Trandel & Snow, 1999) et aux lourdeurs administratives (Friedman, Johnson, Kaufmann & *al.*, 2000). A ces coûts directs s'ajoutent les coûts d'opportunité imposés par le cadre légal. Le passage à l'économie informelle permet ainsi de se soustraire aux contraintes qui pèsent sur le marché du travail (limitation de la durée du temps de travail, des horaires, etc.) et de conserver le bénéfice des transferts sociaux dont le versement est conditionnel à des critères de revenu (Lemieux, Fortin & Frechette, 1994).

(avec succès) à monopoliser, dans les limites d'un territoire, la violence physique légitime comme moyen de domination et qui, dans ce but, a réuni dans les mains des dirigeants les moyens matériels de gestion.», M. Weber (1919, p.32), **Le savant et le politique**.

³Les termes d'économie *souterraine* (*underground economy*) ou *informelle* (*informal economy*) sont utilisés indifféremment dans la littérature pour désigner la production de biens légaux réalisée en dehors de la loi. Cette production se fait alors à partir de travail non déclaré, appelé ici travail *au noir* (*black*, ou *underground*, *work*). Nous nous conformons ici à cette tradition, dont Gërxhani (2004) propose une synthèse historique.

Dans ces conditions, le choix du secteur d'activité résulte alors d'un simple arbitrage coût/bénéfice. L'offre de travail au noir peut ainsi se comprendre comme le résultat d'un choix en deux étapes, où l'allocation du temps de travail entre secteurs s'ajoute à l'arbitrage consommation/loisir traditionnel (Cowell, 1981 ; 1985 ; 1990). De la même façon, la demande de travail qui émane des producteurs s'adresse à l'un ou l'autre des secteurs selon leur rentabilité respective (Rauch, 1991). Lorsqu'offre et demande sont prises en compte simultanément selon ces mécanismes, ces analyses permettent alors de mettre en évidence l'effet des variables de politique économique (taux de taxe, niveaux et conditions des transferts sociaux, services publics, etc) sur le développement de l'économie informelle et sa relation avec le secteur légal.⁴ Ces variables constituent autant d'instruments sur lesquels il est possible d'agir pour contenir le développement de l'économie souterraine. Leur portée est cependant limitée par les objectifs propres à la politique économique poursuivie et l'instauration d'une politique de répression spécifiquement dédiée à lutter contre le travail au noir s'y ajoute en général. En réaction à un certain nombre de débats récents⁵, l'objectif de ce chapitre est d'évaluer l'efficacité potentielle de l'addition d'un nouvel instrument à ce dispositif : la dénonciation du travail au noir par les firmes concurrentes.

Dans la tradition de Becker (1968), les instruments de la politique de répression (contrôle et amende en cas de détection) s'intègrent à l'arbitrage coût-bénéfice qui décrit le comportement de demande de travail au noir d'une firme isolée (voir Chapitre 1 pour une description plus détaillée). Une entreprise devrait ainsi recourir au travail au noir si le bénéfice attendu de la fraude est supérieur à l'amende espérée. Dans le cas de la demande de travail au noir, cependant, l'activité illégale est commise par des entreprises qui évoluent dans un environnement concurrentiel. Le bénéfice de l'illé-

⁴«*The theoretical literature on the underground economy in a general equilibrium setting concentrates either on the problems raised by a segmented labour market – the wage gap and unemployment especially – or on the effects of taxation and regulations and the provision of public services in determining the proportion of the underground economy.*»Carillo & Pugno (2004, p.258).

⁵C. Rollot “*Se taire ou cafter ? La dénonciation des actes frauduleux fait débat en France*”, *Le Monde Economie* (11 Octobre 2005).

galité dépend alors non seulement du comportement du fraudeur mais également de la stratégie choisie par ses concurrents. Afin d'évaluer l'effet de la dénonciation sur le comportement de demande de travail au noir, l'analyse doit donc prendre en compte cette interaction. Par cet intermédiaire, ce chapitre propose une évaluation théorique et expérimentale des incitations à embaucher au noir qui ressortent de l'environnement économique dans lequel les firmes interagissent – caractéristiques du marché et de la politique de répression notamment.

A cet égard, le modèle de Bertrand (Bertrand, 1883) est connu pour cristalliser les mécanismes fondamentaux de la concurrence (Tirole, 1994, ch.5 p.21), jusqu'à conduire au *paradoxe de Bertrand* selon lequel la tarification au coût marginal résulte de toute concurrence en prix. Si l'interaction est répétée, ce résultat doit être nuancé et le modèle de Bertrand fournit une représentation plus réaliste de la concurrence. La perspective de profits futurs permet en effet, dans ce cas, de mettre en œuvre un accord de collusion tacite en maintenant le prix à un niveau supérieur au coût marginal. L'intensité de la concurrence reste cependant une variable centrale, puisque le fonctionnement du marché tend vers une situation de concurrence pure et parfaite à mesure que la taille du marché s'accroît (Friedman, 1971). Ce résultat théorique, devenu classique, est confirmé empiriquement. Considérant des marchés expérimentaux formés de deux à quatre firmes, Abbink & Brandts (2004) montrent, par exemple, que le prix d'équilibre est fortement décroissant par rapport au nombre de firmes présentes, même s'il n'atteint jamais le coût marginal. Dufwenberg & Gneezy (2000) rendent plus forte encore cette conclusion, en l'élargissant aux marchés où l'interaction n'est pas répétée.

Qu'elle soit instantanée ou répétée, la concurrence rend donc de plus en plus difficile l'obtention de profits positifs. A ce titre, le bénéfice de la fraude fiscale inhérent à la demande de travail au noir devrait donc être décroissant du nombre de concurrents présents sur le marché. Ainsi, même lorsque l'évasion est rentable au prix concurrentiel on peut s'attendre à ce que la concurrence élimine naturellement les possibilités de profit liées à la fraude, et décourage le recours au travail au noir. Nous montrons dans

un premier temps que cette conclusion ne résiste que partiellement à l'analyse. Si la guerre des prix tend effectivement à éliminer les profits issus de l'évasion, l'intensité de la concurrence oblige les firmes à la choisir. Lorsque la demande de travail au noir est prise en compte, le nouvel équilibre du marché correspond donc à un état d'évasion généralisée, mais qui n'améliore pas les profits réalisés par les firmes. L'interaction fondée sur le niveau du prix conduit alors à la *malédiction de Bertrand*, au sens où les firmes se trouvent dans l'impossibilité de sélectionner l'état du marché où l'embauche est légale alors même que l'évasion n'améliore pas leur situation.

Si l'appartenance au marché fournit aux firmes une information sur les décisions de leurs concurrentes, un second instrument s'ajoute cependant à l'interaction. Dans ce cas, la dénonciation de l'évasion fiscale pourrait en effet doter les firmes d'un pouvoir coercitif contre la généralisation de l'évasion, et ainsi mettre un terme à la malédiction de Bertrand. De fait, ce mécanisme est implicitement utilisé par les autorités en charge de la lutte contre le travail au noir en France, puisque les URSSAF⁶ réalisent une part importante de leurs contrôles en réaction à une dénonciation par un concurrent.

L'analyse économique de la dénonciation s'est originellement consacrée à l'efficacité de la repentance. L'attrait de cet instrument tient en particulier à ce qu'il fait porter les coûts de détection sur les contrevenants (Kaplow & Shavell, 1994) et permet en conséquence de réduire les coûts de contrôle des activités illégales à dissuasion constante (Innes, 1999a ; 1999b). Encourager l'aveu des comportements illégaux est alors un choix optimal pour les autorités chargées de la répression (Feess & Heesen, 2002). La notion de dénonciation généralise cette approche au cas où le comportement illégal d'autrui est révélé par un fraudeur qui en a connaissance. En ce sens, elle fait appel à l'analyse des activités illégales en groupe, dans lesquelles les comportements illégaux impliquent

⁶ *Union de Recouvrement des Cotisations de Sécurité Sociale et d'Allocations Familiales*. Organisées en antennes locales (103 au total), elles sont plus particulièrement chargées du recouvrement des cotisations sociales, et gèrent en conséquence l'immatriculation des professionnels, l'encaissement des cotisations et contributions, le contentieux et le contrôle. Cette dernière fonction est confiée à 1400 inspecteurs répartis sur l'ensemble du territoire national.

la participation de plusieurs agents économiques. La dénonciation est alors destinée à interrompre la coopération entre les fraudeurs (Møllgaard, 2002). Elle met les criminels dans une situation de dilemme du prisonnier et conserve dans ce cadre ses propriétés d'efficacité en termes de dissuasion à un coût minimum (Berentsen, Brügger & Lörtscher, 2004 ; Feess & Walzl, 2004).

En matière de régulation de la concurrence, ces principes se sont traduits par l'addition de clauses de clémence (*leniency clauses*) au dispositif réglementaire anti-concurrentiel de toutes les grandes zones commerciales (Europe et Etats-Unis en particulier, voir Feess & Walzl (2003), Motchenkova & Kort (2004) et Motchenkova (2004a) pour des analyses théoriques comparées de ces dispositifs). Le recours à cet instrument témoigne de la confiance des autorités dans l'efficacité de la dénonciation, puisqu'il consiste à offrir au fraudeur – partiellement ou totalement – une exonération des sanctions encourues s'il dénonce l'activité illégale à laquelle il participe.

L'efficacité théorique de cet encouragement à la dénonciation dans la lutte contre les accords anti-concurrentiels est pourtant ambigu. La première étude consacrée à cette question, Motta & Polo (2003), étudie l'effet des clauses de clémence lorsqu'elles sont limitées aux dénonciations qui suivent l'ouverture d'une enquête. Dans ce cas, les clauses de clémence réduisent la stabilité *ex post* des accords (i.e. après mise en oeuvre de la collusion), en accroissant l'incitation unilatérale à dévier. Elles renforcent en revanche l'incitation *ex ante* à s'y livrer en diminuant l'amende espérée en cas de contrôle. A ce premier effet pervers peut s'ajouter un renforcement de la stabilité des accords collusifs (*ex post*) lorsque les programmes de clémence sont étendus aux dénonciations qui précèdent l'ouverture d'une enquête. La dénonciation peut alors servir de stratégie de punition, et être ainsi utilisée comme une menace qui facilite la collusion (Spagnolo, 2003). Les programmes de clémence qui récompensent la dénonciation renversent cependant ce résultat (Aubert, Kovacic & Rey, 2005) et rendent plus difficile la coordination au sein du cartel (Brisset & Thomas, 2004). Dans le cas contraire, les clauses de clémence facilitent la collusion. Elles tendent alors à en accroître la durée (Motchenkova,

2004b), et peuvent même permettre leur mise en œuvre sur des marchés qui, en leur absence, auraient connu un fonctionnement concurrentiel (Spagnolo, 2002).

En dépit de leur intégration croissante dans les droits de la concurrence, peu de travaux empiriques ont été consacrés à l'effet des clauses de clémence sur les comportements anti-concurrentiels. Une première exception est l'expérience proposée par Hamaguchi & Kawagoe (2005), qui étudient la coordination des participants au sein de groupes de taille variable (2 ou 7) en présence de clauses de clémence destinées à rompre la collaboration. Conformément aux principes de la logique de l'action collective (Olson, 1978), il apparaît que l'augmentation de la taille du groupe rend instables les accords de collusion. L'absence de traitement exempt de clauses de clémence rend cependant difficile l'évaluation de leur effet à partir de ces résultats. Surtout, cette expérience laisse de côté les déterminants stratégiques liés à la concurrence, puisqu'elle utilise des fonctions de paiement indépendantes du nombre de firmes qui participent à l'accord de collusion. L'expérience réalisée par Apesteguia, Dufwenberg & Selten (2004) intègre explicitement cet aspect. Le protocole de l'expérience organise en effet une concurrence en prix, sans répétition, entre trois firmes dont la collusion est facilitée par une étape préalable de communication libre mais sans engagement crédible. L'effet des clauses de clémence sur la formation d'accords de collusion est en outre testé par quatre traitements qui diffèrent par le régime d'exonération accordé à la firme dénonciatrice. Le traitement de référence (appelé *Standard*) permet aux firmes de dénoncer la collusion mais n'offre aucune incitation financière en ce sens. Deux traitements récompensent toutes les firmes dénonciatrices, soit par une exonération de l'amende (*Leniency*) soit par une récompense à la dénonciation (*Bonus*). Enfin, l'effet de la communication est testé par une version du traitement *Standard* qui l'élimine (*Ideal*). La baisse significative du prix entre ces deux traitements témoigne du rôle moteur de la communication dans la formation d'accords de collusion.

Surtout, les comportements expérimentaux se démarquent assez nettement des résultats théoriques résumés plus haut. D'abord, l'introduction de clauses de clémence (*Le-*

niency VS Standard) tend à diminuer le nombre d'accords de collusion conclus comme leur stabilité (nombre d'accords dénoncés par l'une de ses parties prenantes). Ensuite, les clauses de clémence parviennent empiriquement à jouer le rôle qu'en attendent les régulateurs en durcissant la concurrence. Le prix d'équilibre dans les traitements avec clauses de clémence (*Leniency, Bonus*) est en effet significativement inférieur à celui qui émerge en leur absence (*Standard, Ideal*). Enfin, le versement de récompenses à la dénonciation (*Bonus*), plutôt que de simples exonérations (*Leniency*), laisse inchangé le prix de marché. Cette version des clauses de clémence, pourtant privilégiée par les analyses théoriques, tend même à être contre-productive *ex ante*. Encouragées par la perspective d'obtenir les gains de dénonciation, les firmes ont en effet tendance à conclure plus encore d'accords de collusion afin de pouvoir les révéler.

Outre les motivations individuelles à choisir l'illégalité, l'analyse de la demande de travail au noir doit également incorporer les stratégies de marché adoptées par les firmes, qui en déterminent le bénéfice. L'analyse de l'efficacité de la dénonciation, et d'éventuelles mesures d'encouragement tels que les programmes de clémence, pour lutter contre le travail au noir se trouvent par conséquent à l'intersection des travaux consacrés respectivement aux activités illégales en groupe et à la régulation de la concurrence. A cette fin, l'analyse proposée ici intègre simultanément les décisions individuelles d'embauche illégale et les stratégies concurrentielles des firmes. Loin de résoudre la malédiction de Bertrand, la dénonciation apparaît comme une menace crédible qui renforce l'incitation à recourir au travail au noir. Elle peut permettre, en effet, de dégager des profits positifs de l'évasion grâce à la mise en oeuvre d'un équilibre d'*évasion collusive*, dans lequel les firmes choisissent d'embaucher au noir mais parviennent à interrompre la guerre des prix. Comme le souligne Motta (2004, ch.4 p.138), la notion économique de collusion fait référence à un état du marché dans lequel les prix atteignent un niveau supérieur au prix de référence – correspondant en général au coût marginal – plutôt qu'aux moyens utilisés pour y arriver. De la même façon, l'analyse théorique met en évidence différentes stratégies capables de faire émerger l'équilibre d'*évasion collusive*.

La collusion tacite en est une première, largement analysée dans la littérature. En son absence, l'intensité de la concurrence conduit à la *malédiction de Bertrand*, en vertu de laquelle les firmes sont contraintes à une évvasion qui, pourtant, n'améliore pas leur situation (Section 3.1). Lorsque les autorités s'appuient sur les dénonciations pour sanctionner le travail au noir, l'évvasion collusive peut être mise en œuvre par une stratégie de *silence collusif*. La dénonciation, utilisée comme une menace crédible, élargit alors le champ des marchés capables de tirer des profits positifs de l'évvasion fiscale (Section 3.2). Ces conditions d'émergence de l'évvasion collusive – collusion tacite et silence collusif – sont testées par une expérience, intégrant explicitement la dénonciation (Section 3.3). Les comportements observés confirment la généralisation de l'évvasion ainsi que l'élargissement des possibilités d'évvasion collusive grâce à la dénonciation (Section 3.4). La perspective d'encourager la dénonciation ne semble donc pas de nature à pouvoir faire diminuer l'importance du travail au noir Section 3.5.

3.1 Demande de travail au noir et concurrence à la Bertrand

Avant d'évaluer les effets possibles de la dénonciation sur la demande de travail au noir, il convient d'introduire explicitement l'environnement économique qui en détermine le bénéfice attendu. A cette fin, nous nous situons dans le cadre le plus propice à isoler les mécanismes issus de la concurrence en considérant une concurrence en prix. Si l'interaction entre les firmes est répétée selon un horizon temporel suffisamment long, le marché peut mettre en œuvre un accord de collusion tacite générant des profits positifs. Dans le cas contraire, la malédiction de Bertrand entraîne le marché dans un état d'évvasion généralisée qui détériore la situation des firmes.

3.1.1 Cadre d'analyse

Nous considérons un marché sur lequel n firmes identiques se livrent une concurrence en prix. Au sein de chaque firme, l'activité est déléguée à un agent dont l'effort, noté e , détermine le niveau de production selon la fonction : $q = f(e)$. La fonction de production inverse correspond donc au niveau d'effort nécessaire pour obtenir un niveau donné du produit : $e(q) = f^{-1}(q)$. La demande pour le bien homogène produite par les firmes dépend uniquement du prix, selon la relation $D = D(p)$.

Dans la relation qui lie les firmes à leurs employés, nous ignorons les problèmes liés à l'asymétrie d'information en supposant que l'effort est observable et vérifiable. Si les agents sont en outre supposés homogènes, l'effort fournit pour un niveau de salaire donné est le même pour tous les employés et dans toutes les firmes, égal à e_0 . Au total, en notant W le coût unitaire de l'effort pour la firme, la fonction de coût est donc : $C(q) = e(q) W$. Le modèle de concurrence à la Bertrand requiert, entre autres hypothèses, que le coût marginal soit constant.⁷ A cette fin, nous nous limitons au cas linéaire, dans lequel la fonction de production est $q = e$. La fonction de coût devient alors $C(q) = q W$, et le coût marginal correspond alors au coût unitaire de l'effort $C_m = W$.

Sous ces hypothèses, le paradoxe de Bertrand prédit que, quelle que soit la taille de l'industrie, l'équilibre non-coopératif de l'industrie correspond à l'équilibre concurrentiel $(p^c, Q^c/n)$, où $Q^c = D(p^c)$, tel que le profit s'annule : $\Pi^c = p^c \frac{Q^c}{n} - C\left(\frac{Q^c}{n}\right) = 0$. Afin de modéliser la demande de travail au noir de l'industrie à long terme, nous utilisons la version dynamique du jeu. Plus précisément, on suppose que le marché est susceptible de disparaître à chaque période selon la probabilité constante γ . Cette hypothèse est formellement équivalente à la version classique en horizon infini. La probabilité de destruction du marché peut en effet s'interpréter comme un taux d'escompte "objectif".

⁷Voir, par exemple, D'Aspremont, Dos Santos Ferreira, & Gérard-Varet (2003) pour une discussion exhaustive des hypothèses du modèle de base.

Si l'on note δ la préférence pour le présent des firmes, le modèle utilisé ici est en tout point équivalent à la formulation traditionnellement utilisée en substituant $1 - \delta$ à γ . Cette version offre l'avantage d'un plus grand réalisme qui facilite le passage à l'analyse expérimentale.⁸

Dans ce cadre, le paradoxe de Bertrand est levé par la possibilité que les firmes mettent en oeuvre un accord de collusion tacite. Les conditions sous lesquelles cet accord collusif peut constituer un équilibre non-coopératif du marché dépendent de la stratégie de punition sur laquelle il s'appuie. Les deux stratégies de punition les plus largement utilisées dans la littérature sont la stratégie de cliquet (*trigger strategy*, Friedman, 1971) et la stratégie de carotte et bâton (*stick and carrot strategy*, Hackner (1996) par exemple). Toutes deux consistent à maintenir le prix de collusion aussi longtemps que toutes les firmes présentes sur le marché s'y conforment. Leur différence essentielle tient à la durée de la punition. Tandis que la première consiste à punir toute déviation par le retour irrémédiable à l'équilibre de Nash du jeu, la seconde recourt en effet à une punition limitée dans le temps. Sous les hypothèses de base du modèle de Bertrand, cadre que nous adoptons, la stratégie de cliquet est la punition la plus sévère, et par conséquent

⁸Bien que cette formulation soit formellement équivalente à celle d'un jeu répété en horizon infini, l'équivalence ontologique de ces deux versions a suscité d'importants débats entre théoriciens de jeux. Selten, Mitzkewitz & Uhlich (1997) considèrent ainsi qu'il est impossible de reproduire en laboratoire les conditions qui correspondent à un horizon infini, pour la simple raison que le jeu ne saurait se répéter au-delà du temps imparti à l'expérience. Nous adoptons ici le point de vue défendu par A. Rubinstein, selon lequel les comportements observés correspondent au pendant empirique du modèle théorique en horizon infini tant que ces comportements sont indépendants de celui qui sera adopté à la dernière période : [*finite and infinite horizon*] «models capture a very realistic feature of life, namely the fact that the existence of a prespecified finite period may crucially affect people's behavior (consider the last few months of a presidency or the fact that religions attempt to persuade their believers that there is "life after death")» (Osborne & Rubinstein ; 1994, p.136). D'un point de vue empirique il semble en tout état de cause que les comportements de coopération – en début de jeu – soient assez peu sensibles à la règle de terminaison choisie. Dans le cadre d'un Dilemme du prisonnier répété, Normann & Wallace (2005) obtiennent en effet des profils de coopération semblables à l'effet de "fin de jeu" près, que la période finale soit connue des participants, qu'elle leur soit cachée ou qu'elle soit aléatoire.

la plus appropriée pour caractériser la stabilité des accords collusifs (Rey, 2003).⁹ En s'appuyant sur cette stratégie de punition, un équilibre non-coopératif du marché $p > p_c$ peut assurer un niveau de profit quelconque $\Pi_m = \Pi(p) > 0$ si :

$$\sum_{t=0}^{\infty} (1 - \gamma)^t \cdot \frac{\Pi_m}{n} \geq \Pi_m + \sum_{t=1}^{\infty} (1 - \gamma)^t \Pi^c \quad (3.1)$$

La collusion tacite est donc un équilibre sur les marchés dont la probabilité de destruction est suffisamment faible, telle que :

$$\gamma \leq \frac{1}{n} \equiv \gamma_c$$

Lorsque le travail au noir est introduit dans le modèle, la fraude est une source de profit supplémentaire qui s'ajoute à celles qu'offrent les possibilité de collusion. La demande de travail au noir est en effet prise en compte sous la forme d'un coût endogène. Avant de prendre sa décision de prix, chaque firme peut en effet décider de la légalité de l'emploi offert à l'employé. Si elle choisit un emploi légal, la firme doit s'acquitter des taxes, dont le taux est noté τ , en plus du salaire qui rémunère l'agent, w . Le coût marginal d'une firme qui choisit cette option est donc : $W = (1 + \tau) w$. Si, à l'inverse, elle opte pour un emploi illégal (au noir) le coût marginal de la firme se réduit au salaire $W = w$. Dans ce modèle, le recourt au travail au noir introduit donc une source possible d'hétérogénéité du coût. Contrairement à la plupart des travaux consacrés à

⁹Une seconde différence tient à la sévérité de la punition. La punition étant limitée dans le temps, la stratégie de carotte et bâton peut en effet s'appuyer sur un code pénal qui fait tomber le prix de marché y compris en deçà du coût marginal. Abreu (1986) établit que cette stratégie est la punition optimale, au sens où elle permet de mettre en oeuvre les stratégies de collusion les plus rentables. Ces deux stratégies de punition doivent respecter la contrainte de rationalité individuelle, ou encore de *niveau de sécurité* (*security level*, Lambson, 1987), selon laquelle les profits inter-temporels le long du sentier de punition doivent être non-négatifs. La stratégie de cliquet impose que cette contrainte soit strictement vérifiée. En l'absence de différenciation des produits comme de contrainte de capacités, elle coïncide en outre avec la punition optimale (Lambertini & Sasaki, 2002). Elle apparaît enfin comme plus réaliste empiriquement. L'étude de Mason & Phillips (2002) montre ainsi que la stratégie de cliquet est largement privilégiée par les firmes expérimentales.

cette question, nous supposons cependant que le coût marginal est endogène et choisit par les firmes. L'hypothèse d'homogénéité des firmes assure alors que toutes les firmes choisiront le même coût à l'équilibre.¹⁰

La réduction de coût obtenue grâce au travail illégal se fait au prix du risque de détection. On note α la probabilité de détection choisie par les autorités, à travers la politique de contrôle. En cas de détection, la punition est composée de deux éléments. Les firmes doivent s'acquitter d'une part d'une amende F , choisie par les autorités, et d'autre part du remboursement de la fraude qui, pour un niveau donné de production individuelle q , s'élève à τwq . Cette dernière hypothèse se justifie par un souci de réalisme, puisque dans la plupart des pays industrialisés, en France en particulier, la détection de la fraude fiscale est suivie d'une évaluation du montant des taxes non payées (Feinstein, 1999).

En suivant l'analyse classique de l'économie du crime (Becker, 1968), une firme choisit alors le travail au noir si le bénéfice de l'illégalité excède celui de l'honnêteté. Au prix de l'équilibre concurrentiel légal¹¹ (*i.e.* état de profit nul en l'absence d'évasion), le bénéfice réalisé à chaque période grâce à l'illégalité correspond, sous hypothèse de neutralité au risque, à :

¹⁰Depuis le modèle fondateur de Rothschild (1999), un certain nombre de travaux récents ont étudié la robustesse des résultats présentés ci-dessus à l'hétérogénéité du coût marginal. Ils établissent que le paradoxe de Bertrand (Blume, 2003) comme le modèle de collusion tacite (Thal, 2004 ; Collie, 2004) continuent à s'appliquer dans les mêmes termes.

¹¹Dans tout ce qui suit, le terme d'*équilibre concurrentiel* désigne tout état du marché où les firmes adoptent la stratégie qui conduit à l'annulation des profits. Lorsque le travail au noir est pris en compte, il existe deux états de profit nul (voir Proposition 3.1 ci-dessous), selon que les firmes choisissent le coût légal (*équilibre concurrentiel légal*) ou l'évasion (*équilibre concurrentiel illégal*).

$$\begin{aligned}
\Pi_F &= (1 - \alpha) \left[p^c \frac{Q^c}{n} - w \frac{Q^c}{n} \right] - \alpha F \\
&= (1 - \alpha) \left[p^c \frac{Q^c}{n} - (1 + \tau)w \frac{Q^c}{n} + \tau w \frac{Q^c}{n} \right] - \alpha F \\
&= (1 - \alpha) \left[\Pi_c + \tau w \frac{Q^c}{n} \right] - \alpha F \\
\Pi_F &= (1 - \alpha) \tau w \frac{Q^c}{n} - \alpha F = \pi_F - \alpha F \tag{3.2}
\end{aligned}$$

où $\pi_F = (1 - \alpha) \tau w \frac{Q^c}{n}$ correspond au bénéfice brut (*i.e.* hors coût fixe lié à l'amende) de l'évasion.

Si un accord de collusion tacite pouvait constituer un équilibre du marché, le profit de l'évasion fiscale s'ajouterait à celui de la collusion. Dans les termes de la condition (3.1), l'évasion fiscale consisterait donc en un simple accroissement de Π_m . Dans ce cas, la possibilité de recourir au travail au noir ne fait par conséquent que renforcer la capacité du marché à mettre en oeuvre l'accord collusif, en accroissant la rentabilité de la production. Afin d'isoler l'effet propre de la concurrence sur la demande de travail au noir, nous nous restreignons donc aux marchés *robustes à la collusion tacite* (*collusion-proof markets*), c'est à dire tels que : $\gamma \geq \gamma_c$. Cette hypothèse découle de la volonté de séparer les effets de la collusion de ceux de la concurrence, non seulement en termes analytiques mais également en termes de politique de détection. La collusion en prix fait elle-même l'objet d'une répression par les autorités de la concurrence, qui est susceptible de révéler l'évasion fiscale. La question de la lutte contre le travail au noir se pose donc avec d'autant plus d'acuité que le marché présente toutes les apparences d'un fonctionnement concurrentiel.

Si les firmes recourent au travail légal, le seul équilibre qui subsiste sous cette hypothèse est l'équilibre concurrentiel légal, dans lequel les profits sont nuls. Ce gain

correspond donc au bénéfice de l'honnêteté sur un marché robuste à la collusion tacite, et une firme choisit alors d'opter pour le travail au noir si le profit d'évasion est positif, soit : $\pi_F \geq \alpha F$. Etudier la demande de travail au noir sur un marché robuste à la collusion tacite requiert que cette condition soit vérifiée.

Hypothèse 3.1. *Nous considérons les marchés tels que :*

1. *Le marché est robuste à la collusion tacite : $\gamma \geq \frac{1}{n}$;*
2. *L'évasion fiscale est rentable au prix de l'équilibre concurrentiel légal : $\Pi_F > 0$.*

L'Hypothèse 3.1.1 écarte toute possibilité de collusion tacite sur un prix supérieur au prix de l'équilibre concurrentiel légal p^c . Cette situation conduit traditionnellement à des profits nuls pour les firmes présentes sur le marché. Dans le cas étudié ici, les firmes ont cependant la possibilité d'abaisser leur coût marginal en recourant au travail au noir. A cet égard, la décision isolée d'une firme est décrite par l'Hypothèse 3.1.2, qui garantit qu'une firme peut accroître ses profits en choisissant le travail au noir à partir de l'équilibre concurrentiel légal. Pour connaître la demande de travail de l'industrie à l'équilibre, il faut y ajouter la dynamique de prix liée à la concurrence.

3.1.2 La malédiction de Bertrand

L'incitation à choisir le travail au noir qui découle de l'Hypothèse 3.1.2 est commune à toutes les firmes. Partant de l'équilibre concurrentiel légal, l'ensemble de l'industrie choisirait donc d'assumer le risque de détection en optant pour le coût marginal inférieur offert par l'évasion. En transposant à cette situation les résultats discutés dans la section précédente, deux états du marché s'avèrent candidats à en constituer un équilibre non-coopératif. La réduction du coût marginal peut d'abord être utilisée pour réaliser des marges positives. Dans cet état, les firmes parviennent à maintenir durablement un prix supérieur au coût marginal, en conservant le prix concurrentiel légal malgré l'évasion

fiscale. Pour cette raison, cet état est appelé *évasion collusive*. Dans le second état, une nouvelle guerre des prix s'engage.

La réduction du coût marginal peut en effet être utilisée par les firmes pour élargir leurs parts de marchés. Dans ce scénario de guerre des prix, les firmes abaissent alors leur prix tant que cette stratégie permet de dégager des profits positifs. La dynamique du marché conduit alors l'industrie à un état où les profits espérés sont nuls conditionnellement à l'évasion, appelé *équilibre concurrentiel illégal*.

Preuve La dynamique de guerre des prix avec évasion est formellement équivalente au modèle de concurrence à la Bertrand avec coût d'entrée homogène analysé par Sharkey & Sibley (1993). L'amende espérée associée à l'évasion, $-\alpha F$, correspond en effet à un coût fixe (puisqu'indépendant du niveau de production) inhérent à l'activité de la firme lorsqu'elle choisit l'évasion. Il s'agit cependant d'un coût fixe *recupérable* (*avoidable*, voir Wang & Yang (2001) pour une discussion), puisqu'une firme peut immédiatement s'y soustraire en choisissant d'adopter le coût légal. Dans ce dernier cas, la stratégie de tarification est, comme nous l'avons vu, d'adopter le prix de l'équilibre concurrentiel légal, p^c .

Lorsqu'une guerre des prix s'ouvre, l'équilibre du marché correspond donc aux prédictions théoriques de l'analyse de Sharkey & Sibley (1993). Nous nous contentons par conséquent, ici, d'en résumer les conclusions, renvoyant le lecteur à l'article original pour les démonstrations formelles.

D'abord les auteurs montrent qu'il n'existe pas d'équilibre en stratégie pure dans cette situation (Sharkey & Sibley, *Théorème 1*). L'intuition de ce résultat peut être comprise en remarquant que tous les états du marché présentent une incitation unilatérale à dévier. D'une part, comme nous l'avons signalé, l'équilibre concurrentiel légal ne peut être un équilibre du marché, puisque l'évasion est rentable lorsque le prix de marché est p^c . Si, d'autre part, une guerre des prix s'engage conditionnellement à l'évasion, les firmes abaissent leur prix afin de s'appropriier l'intégralité du marché. Cette dynamique se poursuit jusqu'à ce que le prix atteigne le coût marginal (illégal). Dans ce cas, le profit des firmes est négatif, égal à l'amende espérée. Les firmes ont alors une préférence stricte pour la stratégie sans évasion, procurant des profits nuls.

Ce premier résultat conduit à étudier les équilibres du marché en stratégie mixte. La décision d'évasion est alors aléatoire, décrite par la probabilité β . De la même façon, la stratégie de tarification prend la forme d'une distribution $F(p)$ définie sur l'ensemble des prix rationnels $p \in [w; p^m]$ où p^m désigne le prix de monopole (*Théorème 2*). Dans ce cadre, l'équilibre symétrique du marché correspond au couple $\{\beta; F(p)\}$ tel que les profits espérés sont nuls (*Equations (3.3) à (3.5)*). Le comportement de tarification en cas d'évasion est donc choisi de façon à ce que les profits réalisés soient juste suffisants

à couvrir le coût fixe d'évasion.

Au total, l'équilibre non-coopératif du marché qui résulte d'une guerre des prix est donc l'équilibre concurrentiel illégal, dans lequel le profit espéré conditionnel à l'évasion est nul pour toutes les firmes du marché. ■

Par définition, l'état d'évasion collusive permet de dégager des profits positifs et est donc strictement préféré par les firmes à l'équilibre concurrentiel illégal. Il constitue par conséquent l'équilibre non-coopératif du marché s'il est exempt d'incitations individuelles à dévier. Cette condition est vérifiée si le bénéfice inter-temporel de la collusion est supérieur au profit de la déviation. Comme précédemment, la collusion consiste pour les firmes à se partager équitablement la demande qui s'adresse à elle, et d'obtenir par là le profit d'évasion Π_F défini en (3.2), tandis que la déviation permet à la firme qui fixe un prix infinitésimalement inférieur d'obtenir le bénéfice de l'ensemble du marché, $n\pi_F - \alpha.F$. Dans ce dernier cas, les autres firmes obtiennent les profits espérés négatifs issus de la politique de détection : $-\alpha.F$. La stratégie de cliquet – qui consiste à adopter à jamais la stratégie de l'équilibre concurrentiel illégal, dont les profits sont nuls – reste la punition la plus sévère. Elle est donc utilisée pour évaluer la capacité de l'évasion collusive à constituer un équilibre du marché. Au total, l'état d'évasion collusive est donc un équilibre du marché si :

$$\begin{aligned} (1 - \alpha)\tau w Q^c - \alpha F &\leq \frac{1}{\gamma} \left[(1 - \alpha) \frac{\tau w Q^c}{n} - \alpha F \right] \\ &\Leftrightarrow \\ \gamma &\leq \frac{\pi_F - \alpha F}{n \pi_F - \alpha F} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Sous cette condition, la tarification au prix concurrentiel légal n'est qu'une apparence de légalité dans le fonctionnement du marché puisqu'elle permet de dégager des profits positifs, offerts par l'évasion fiscale. Sur les marchés qui retiennent notre attention, cependant, la concurrence est suffisante à éviter cette situation. Un marché robuste à la collusion tacite s'avère en effet robuste à l'évasion collusive. L'équilibre concurrentiel illégal devient alors le seul équilibre stable du marché.

Proposition 3.1. *Sous les Hypothèses 3.1, les firmes choisissent l'évasion avec une probabilité strictement positive et obtiennent des profits espérés nuls.*

Preuve La robustesse à la collusion tacite contient la robustesse à l'évasion collusive. Cette conclusion se déduit directement de la comparaison entre les seuils des conditions (3.1) et (3.3). Pour tout profit brut d'évasion, π , positif on a :

$$\frac{1}{n} - \frac{\pi - \alpha F}{n \pi - \alpha F} = \frac{1}{n} - \frac{1}{n} \left[\frac{\pi - \alpha F}{\pi - \frac{\alpha F}{n}} \right] = \frac{\alpha F (n - 1)}{n} \quad (3.4)$$

Pour tout marché non monopolistique ($n > 1$), cette quantité est positive. En remplaçant π par sa valeur au prix concurrentiel légal p^c , on a en particulier : $\gamma \geq \frac{\pi_F - \alpha.F}{n.\pi_F - \alpha.F}$ dès lors que $\gamma \geq \gamma_c$.

Puisque l'évasion collusive n'est pas un équilibre du marché, la dynamique de la concurrence conduit donc les firmes à l'équilibre concurrentiel illégal, dans lequel les profits sont nuls. ■

La Proposition 3.1 confirme la validité du paradoxe de Bertrand lorsque le coût marginal est endogène : dès lors que le marché est robuste à la collusion tacite, les firmes se trouvent dans l'impossibilité d'obtenir des profit positifs, qu'ils proviennent d'un accroissement du prix ou d'une diminution du coût. La guerre des prix conduit donc nécessairement à des profits nuls dans la mesure où l'intensité de la concurrence entraîne, avec ou sans possibilité d'évasion, une diminution du prix jusqu'à annulation des profits.

Par définition, les firmes sont donc indifférentes entre l'équilibre de profits espérés nuls auquel aboutit l'évasion – équilibre concurrentiel illégal – et l'état de profit nul originel, sans évasion – équilibre concurrentiel légal. Comme l'indique la seconde partie de la proposition, les firmes sont pourtant conduites à choisir l'évasion fiscale. La dynamique qui sous-tend ce résultat peut-être décomposée en deux phases. A partir de l'équilibre concurrentiel légal, les firmes sont d'abord incitées à dévier du coût légal par la rentabilité de l'évasion. Ensuite, cette réduction du coût marginal ouvre de nouvelles possibilités de guerre de prix, qui sont exploitées en raison de la robustesse du marché

à la collusion tacite. La rentabilité de l'évasion est donc la cause de la déviation initiale qui entraîne le marché vers l'équilibre concurrentiel illégal. Pour y remédier, la solution naturelle consiste par conséquent à se tourner vers les instruments qui pourraient contrecarrer cette rentabilité.

A cet égard, la dénonciation est du point de vue des autorités un instrument à la fois non coûteux et efficace pour lutter contre l'évasion : non coûteux parce qu'elle fait porter sur les firmes la responsabilité de la surveillance (Kaplow & Shavell, 1994) ; efficace puisque la dénonciation, lorsqu'elle est utilisée, tend accroître la probabilité de détection en révélant l'information dont disposent les acteurs du marchés. La capacité de dissuasion de la politique de répression est alors parfaite, le profit de l'évasion s'élevant $-F$. La prochaine section s'intéresse à l'équilibre du marché qui résulte de l'addition de cette surveillance endogène à celle – exogène – qu'exercent les autorités.

3.2 Dénonciation : l'équilibre de silence collusif

La dénonciation n'est possible que si l'évasion fiscale est connue des firmes présentes sur le marché. A cette fin, nous supposons que les firmes reçoivent à chaque période, après leur décision de prix, un signal parfait sur le coût choisit par chaque firme de l'industrie. Formellement, chaque firme i reçoit donc un vecteur d'informations $I_i = \{I_i^j : j \neq i, j = 1, \dots, n\}$, où $I_i^j = 1$ si la firme j a choisit le travail au noir, 0 sinon. Dans ce cadre, la dénonciation introduit une nouvelle variable de décision fondée sur ce signal. Elle correspond en effet à une décision binaire, par laquelle la firme i décide de transmettre (1) ou non (0) le signal reçu sur la firme j aux autorités. La décision de dénonciation est donc une fonction de I_i dans $\{0, 1\}^{n-1}$: $D_i(I_i) = \{D_i^j(I_i^j) : j \neq i, j = 1, \dots, n\}$, $D_i^j(I_i^j) = \{0, 1\}$. Lorsque la décision de dénonciation est prise en compte, une stratégie de la firme i à la période t est donc le triplet formé du prix, du coût et du vecteur de dénonciations : $\{p_{i,t}; W_{i,t}; D_{i,t}(I_{i,t})\}$. L'évasion

de la firme i est alors *dénoncée* si : $\sum_{j \neq i} D_j^i(1) > 0$; et la firme i est *dénonciatrice* de l'évasion lorsque : $\sum_{j \neq i} D_i^j(1) > 0$.

Pour la clarté de la présentation, cette hypothèse d'information parfaite a été écartée dans la section précédente. On peut cependant interpréter le modèle de la Section 3.1 comme la situation de référence dans laquelle la dénonciation n'a aucun effet sur la probabilité de détection encourue par les firmes. Dans ce cas, tout se passe comme si la stratégie de dénonciation était contrainte : $D_i^j(I_i^j) = 0, \forall I_i^j = 0, 1; \forall i, j; i \neq j$. De plus, le signal n'est reçu qu'après la décision en matière de prix. Cette information n'a donc pas d'autre effet sur le comportement des firmes que celui qui passe par la dénonciation. En particulier il n'a aucune influence sur la coordination, puisque l'information n'est fournie qu'*ex post*. L'introduction du signal dans le modèle, sous hypothèse de dénonciation contrainte, laisserait donc inchangés les résultats de la Section 3.1.2.¹²

Dans cette section, la dénonciation est supposée efficace, au sens où elle est utilisée par les autorités pour mettre en oeuvre les sanctions. Une firme détectée grâce à la dénonciation se voit donc infliger la sanction associée à l'évasion, c'est à dire la somme du montant de l'évasion et de l'amende F .

3.2.1 Dénonciation et concurrence

Conditionnellement à l'absence d'évasion, le prix de l'équilibre concurrentiel légal est par définition le seul prix stable sur un marché robuste à la collusion tacite. Comme nous l'avons indiqué plus haut, l'efficacité de la dénonciation renforce cette stabilité puisqu'elle permet aux firmes de briser la rentabilité de l'évasion garantie par l'Hypo-

¹²Cette conclusion n'est valide qu'à condition que l'information soit fournie *ex post*, c'est à dire après le choix du prix. Dans le cas contraire, les stratégies de marché s'apparenteraient à une décision séquentielle dans laquelle les firmes choisissent le prix après avoir observé le coût de leurs concurrentes. Voir Elberfeld & Wolfstetter (1999) pour une analyse théorique.

thèse 3.1.2. Pour que cet état constitue un équilibre du marché, il faut encore, cependant, qu'il soit exempt de l'incitation individuelle à dévier offerte par l'évasion. En l'absence de dénonciation, la Proposition 3.1 a répondu par la négative à cette question. Cette section est consacrée à l'influence de la dénonciation sur ce résultat. Elle se concentre par conséquent sur la stratégie de dénonciation adoptée par les firmes lorsqu'elles choisissent l'évasion fiscale.

a) Silence collusif

A cette fin, nous supposons que la dénonciation révèle parfaitement aux autorités le coût choisi par la firme dénonciatrice. Une firme dénonciatrice qui s'adonne elle-même au travail au noir se voit alors infliger – en plus du remboursement de la taxe – l'amende notée F' ($\leq F$) avec certitude.¹³ En l'absence de dénonciation – c'est à dire pour une firme qui n'est ni dénoncée ni dénonciatrice – la politique de détection est supposée inchangée et les sanctions sont appliquées avec la probabilité α .

¹³Cette hypothèse est conforme à la tradition des modèles de clémence appliqués à l'économie industrielle. Dans ce cadre, c'est en effet la participation à un accord de collusion qui permet aux firmes d'en connaître l'existence, et la dénonciation a alors simultanément valeur d'aveu. Dans notre contexte, cette situation correspondrait au cas où seules les firmes qui fraudent obtiennent de l'information sur l'évasion de leur concurrente. Dans le modèle, nous n'avons pas jugé pertinent de restreindre l'information obtenue par les firmes en fonction du coût choisi. L'hypothèse de révélation parfaite par la dénonciation n'apparaît cependant que comme une simplification, sans conséquence sur la portée des résultats. Une version plus générale du modèle consisterait à considérer que la dénonciation attire l'attention des autorités, mais ne donne pas lieu à une détection systématique. Dans cette version du modèle la dénonciation changerait non seulement l'amende (F') mais également la probabilité de détection (qui devient, par exemple, ϕ) de la firme dénonciatrice. L'amende espérée qu'elle encoure deviendrait alors $\phi F' < F'$. Au regard de la statique comparative présentée ci-dessous (Section 3.2.2), cette généralisation du modèle ne ferait que renforcer la crédibilité de la menace de dénonciation et faciliter par là la mise en oeuvre du silence collusif. Les mécanismes à l'oeuvre apparaissent donc plus clairement en imposant l'hypothèse que $\phi = 1$, sans toutefois changer les résultats qualitatifs.

Compte tenu de cette politique de sanction, la dénonciation annihile toute incitation à dévier de l'équilibre concurrentiel légal en choisissant l'évasion. L'évasion ne peut donc être rentable qu'à condition que les firmes n'aient pas intérêt à la révéler. La dénonciation peut en revanche être utilisée pour punir les baisses de prix, dans l'espoir de maintenir un prix qui assure un profit positif. Cet état, dans lequel les firmes n'utilisent la dénonciation qu'en cas d'abaissement du prix par l'une de leurs concurrentes, est appelé *silence collusif*.

Définition 3.1. On appelle *silence collusif* l'état dans lequel la stratégie de la firme i , $\forall i, j \neq i, t$ est :

$$p_{i,t}^* = p^c; W_{i,t}^* = w; D_{i,t}^{j*}(0) = 0; D_{i,t}^{j*}(1) = \begin{cases} 0 & \text{si } p_{j,t} \geq p^c \\ 1 & \text{si } p_{j,t} < p^c \end{cases}$$

Dans l'état de silence collusif, les firmes tiennent donc secrète l'évasion de leurs concurrentes tant que celles-ci maintiennent le prix de l'équilibre concurrentiel légal. Cette tarification permet à chacune d'obtenir le profit de l'évasion. Tout abaissement du prix se trouve, en revanche, sanctionné par une dénonciation. Cet état tient donc son nom de ce que la dénonciation est utilisée par les firmes comme un instrument de mise en oeuvre de la collusion en prix.

Il faut noter, cependant, que la dénonciation est coûteuse pour une firme qui a choisit l'évasion, puisqu'elle encourt alors avec certitude les sanctions infligées à une firme dénonciatrice. Le bénéfice de cette décision de dénonciation est, quant à lui, composé des profits réalisés grâce au maintien du prix concurrentiel légal malgré l'évasion. Pour que la stratégie adoptée dans l'état de silence collusif soit individuellement rationnelle, il faut donc que les profits espérés de la collusion excèdent le coût de la dénonciation, c'est à dire que : $-F' + \sum_{t=1}^{\infty} (1 - \gamma)^t \Pi_F \geq 0$.¹⁴ Dans ce cas – et dans ce cas seulement – la

¹⁴Pour la clarté de l'exposition, nous considérons le prix concurrentiel légal comme une référence naturelle sur un marché robuste à la collusion tacite. Par définition de l'équilibre concurrentiel, les profits associés au coût légal sont nuls lorsque ce prix est choisi. Les comportements sont alors guidés unique-

dénonciation est alors une menace crédible contre les diminutions de prix. La crédibilité de la menace fait, en retour, du silence collusif l'équilibre non-coopératif du marché.

Proposition 3.2. *La stratégie de dénonciation de l'état de silence collusif est une menace crédible si :*

$$\gamma \leq \frac{\Pi_F}{F' + \Pi_F} \equiv \gamma^F \quad (3.5)$$

Sous cette condition, l'état de silence collusif est l'équilibre non-coopératif du marché.

Preuve L'état de silence collusif est un équilibre du marché si la stratégie décrite dans la Définition 3.1 est la meilleure réponse à cette même stratégie. Il constitue le seul équilibre si les firmes ont intérêt à dévier de l'équilibre concurrentiel légal, c'est à dire si l'état de silence collusif est la meilleure réponse à l'équilibre concurrentiel légal.

Par définition de la crédibilité de la menace (*i.e.* sous (3.5)), la dénonciation est la meilleure réponse à un abaissement du prix dès lors qu'elle permet de revenir ultérieurement au prix du silence collusif. Le profit associé à un abaissement du prix est donc égal à la sanction infligée à une firme dénoncée, soit $-F$. Les firmes maintiennent par conséquent le prix de collusion afin d'en obtenir les profits positifs et la stratégie de l'état de silence collusif est exempte d'incitation individuelle à dévier.

Sur un marché robuste à la collusion tacite, les firmes ne sauraient maintenir un prix supérieur à celui de l'équilibre concurrentiel légal en choisissant le coût légal. Le profit de l'honnêteté est donc nul. La dénonciation est par ailleurs non coûteuse pour une firme qui choisit le coût légal. La stratégie de dénonciation optimale à l'équilibre concurrentiel légal consiste donc à dénoncer toute firme qui utilise l'évasion pour abaisser son prix : $D_{i,t}^{j*}(1) = \begin{cases} 0 & \text{si } p_{j,t} \geq p^c \\ 1 & \text{si } p_{j,t} < p^c \end{cases}$.

L'état de silence collusif ne diffère donc de la stratégie de l'équilibre concurrentiel légal que par l'évasion fiscale. Dans la mesure où celle-ci est rentable par définition, la meilleure réponse à l'équilibre concurrentiel légal est donc de choisir le coût illégal. ■

ment par les profits d'évasion. Limiter la présentation du modèle au prix de l'équilibre concurrentiel permet donc en outre d'en faire apparaître plus clairement les mécanismes essentiels, liés à l'évasion. La multiplicité des équilibres est cependant une propriété commune à tous les modèles de collusion, à laquelle l'évasion collusive ne fait pas exception. Si, en particulier, la condition de crédibilité de la menace est vérifiée pour un niveau de prix quelconque p , elle le sera également pour tout autre prix $p' > p$. Cet aspect est pris en compte dans la Section 3.4.1, qui généralise l'analyse à tout prix d'évasion collusive.

Plutôt qu'un rempart permettant aux firmes de se protéger d'une évasion contrainte par l'intensité de la concurrence, la dénonciation agit donc comme une menace qui rend durablement rentable l'illégalité. Lorsque les autorités décident de rendre efficace la dénonciation, elles instaurent un instrument de coordination au service d'une collusion en prix assise sur le silence.

b) Silence collusif et collusion tacite

L'Hypothèse 3.1.1 a été introduite dans l'objectif d'évacuer la possibilité que les firmes recourent à un accord de collusion. Pour ce faire, nous nous restreignons aux marchés dont la probabilité de destruction est suffisamment forte, $\gamma > \gamma_c$. Comme l'indique la Proposition 3.2, le silence collusif est par ailleurs l'équilibre d'un marché sur lequel la dénonciation est efficace si la probabilité de détection est suffisamment faible, telle que : $\gamma < \gamma^F$. L'écart entre ces seuils mesure donc la propension d'un marché robuste à la collusion tacite à mettre en oeuvre le silence collusif. Cette quantité, appelée *intervalle de silence collusif* d'un marché robuste à la collusion tacite, est mesurée par :

$$R = \tau w Q^c - \frac{n}{n-1} \frac{F' + \alpha F}{1 - \alpha} \quad (3.6)$$

Les marchés robustes à la collusion tacite dont l'intervalle de silence collusif est positif offrent alors l'apparence d'un fonctionnement concurrentiel (tarification au prix p^c) qui masque une évasion fiscale gardée secrète :

Proposition 3.3. *Si la dénonciation est une menace crédible ($\gamma < \gamma^F$), l'état de silence collusif est l'équilibre de tout marché robuste à la collusion tacite tel que $(n-1)\Pi_F > F'$.*

Preuve La dénonciation est une menace crédible sur un marché robuste à la collusion tacite si sa probabilité de destruction est telle que : $\gamma_c \leq \gamma \leq \gamma^F$. En utilisant la définition de γ^F en (3.5) et celle

du profit d'évasion (3.2), on a :

$$\begin{aligned}\gamma^F \geq \frac{1}{n} &\Leftrightarrow \frac{\Pi_F}{F' + \Pi_F} \geq \frac{1}{n} \Leftrightarrow \Pi_F \geq \frac{F'}{n-1} \\ &\Rightarrow R \equiv \tau w Q^c - \frac{n}{n-1} \frac{F' + \alpha F}{1-\alpha} > 0\end{aligned}$$

L'intervalle de silence collusif R – mesuré ici comme la différence entre le profit global de l'évasion ($\tau w Q^c$) et la sanction espérée qui découle de la taille de l'industrie et de la probabilité de détection – est donc positif si : $\Pi_F \geq \frac{F'}{n-1}$, soit $(n-1)\Pi_F > F'$. ■

La condition de validité présentée dans la Proposition 3.3 peut s'interpréter en termes simples d'arbitrage. Le terme de droite, F' , représente le coût en valeur absolue que doit supporter un dénonciateur. Π_F désigne le profit individuel d'évasion dans l'état de silence collusif. Le terme de gauche de l'inégalité, $(n-1)\Pi_F$, mesure par conséquent le bénéfice de la dénonciation, c'est à dire les profits réalisés par l'ensemble des firmes présentes sur le marché à l'exception de la firme qui dévie (*i.e.* qui poste un prix inférieur à p^c). La condition établit donc qu'un marché robuste à la collusion tacite peut mettre en oeuvre l'état de silence collusif si le bénéfice instantané de la dénonciation en excède le coût.

Au total, les résultats du modèle mettent en évidence l'utilisation par les firmes de la dénonciation comme une barrière non pas contre l'évasion fiscale mais contre le déclenchement d'une guerre des prix. Sur un marché robuste à la collusion tacite, cet effet de la dénonciation dépend des caractéristiques de l'environnement par deux canaux. D'une part, la dénonciation constitue une menace de moins en moins coûteuse à mesure que γ^F augmente. L'état de silence collusif s'en trouve d'autant plus facilement mis en oeuvre. Au fur et à mesure de cette augmentation de γ^F , d'autre part, l'intervalle de silence collusif s'accroît et de plus en plus de marchés robustes à la collusion tacite sont aptes à maintenir secrète l'évasion. La prochaine section évalue l'influence des caractéristiques du marché et de la politique de détection sur chacun de ces effets.

3.2.2 Statique comparative du modèle : l'effet des clauses de clémence

Le Tableau 3.1 résume la sensibilité des conditions décrites ci-dessus aux variables exogènes du modèle.

Preuve D'après l'expression (3.5), γ^F est inférieur à 1 tant que $F' > 0$. R est donc positif ou négatif selon que : $(n-1)\Pi_F > F'$ (voir Proposition 3.3). A l'inverse, dès que F' devient négative on a : $\Pi_F > F' + \Pi_F$ et donc $\gamma^F > 1$. L'intervalle de silence collusif, qui est une mesure de l'écart entre γ^F et γ_c , est donc toujours positif (*i.e.* $(n-1)\Pi_F > F'$ est trivialement vérifiée tant que l'évasion est rentable).

La statique comparative est obtenue par simple différentiation des conditions définissant R (3.6) et γ^F . Les caractéristiques du marché ($\beta \in \{\tau; w; Q^c\}$) ont une influence sans ambiguïté sur les variables d'intérêt :

$$\frac{\partial \gamma^F}{\partial \beta} = (1 - \alpha) \frac{F'}{(F' + \Pi_F)^2} > 0; \quad \frac{\partial R}{\partial \beta} = 1 > 0$$

L'effet de la probabilité de détection est obtenu par manipulation des expressions :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \gamma^F}{\partial \alpha} &= -\tau \frac{Q^c}{n} - F < 0 \\ \frac{\partial R}{\partial \alpha} &= -\frac{n}{1-\alpha} \left(\alpha F + \frac{F'}{(1-\alpha)(n-1)} \right) \end{aligned} \quad (3.7)$$

Lorsque F' est positive, R est donc strictement décroissant de la probabilité de détection. Dans le cas contraire, R est positif si (3.7) l'est soit : $F' > n(n-1)\alpha$. L'effet de l'amende, quant à lui, provient de :

$$\frac{\partial \gamma^F}{\partial F'} = -\frac{\alpha F'}{(\Pi_F + F')^2}; \quad \frac{\partial R}{\partial F'} = -\frac{\alpha n}{1-\alpha} < 0$$

L'effet de la taille de l'industrie est décrit par :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \gamma^F}{\partial n} &= \frac{\partial \Pi_F}{\partial n} \cdot \frac{\Pi_F + F' - \Pi_F}{(\Pi_F + F')^2} = -(1-\alpha) \frac{\tau w Q^c}{n^2} \frac{F'}{(\Pi_F + F')^2} \\ \frac{\partial R}{\partial n} &= \frac{\alpha(n-1)^2 F - F'}{(1-\alpha)(n-1)^2} \end{aligned} \quad (3.8)$$

En conséquence, $\frac{\partial \gamma^F}{\partial n}$ est du signe opposé à celui de F' . En l'absence de programme de clémence (ou lorsque celui-ci se limite à une réduction d'amende), R est croissant de n tant que $\frac{F'}{F} < \frac{1}{\alpha(n-1)^2}$,

décroissant sinon. Il est monotone croissant de n lorsque le programme de clémence récompense la dénonciation. Outre leur influence sur la sensibilité des variables aux paramètres exogènes, les programmes de clémence ont un effet univoque sur R et γ^F :

$$\frac{\partial \gamma^F}{\partial F'} = -\frac{\Pi_F}{(\Pi_F + F')^2} < 0; \quad \frac{\partial R}{\partial F'} = -\frac{n}{(n-1)(1-\alpha)} < 0$$

L'ensemble de ces éléments est synthétisé dans le Tableau 3.1. ■

TABLEAU 3.1 – STATIQUE COMPARATIVE DE L'ÉQUILIBRE DE SILENCE COLLUSIF

	Exemption ($F' > 0$)						Clémence (F')	Bonus ($F' < 0$)						
	Signe	τ	w	Q^c	α	F		n	Signe	τ	w	Q^c	α	F
R	$+/-^a$	+	+	+	-	-	$+/-^b$	-	+	+	+	$+/-^c$	-	+
γ_F	< 1	+	+	+	-	-	-	> 1	-	-	-	-	+	+

^a Positif si : $(n-1)\Pi_F > F'$ ^b Positif si : $\frac{F'}{F} < \frac{1}{\alpha(n-1)^2}$ ^c Positif si : $F' > n(n-1)\alpha$

Les colonnes intitulées “signe” présentent l’intervalle de valeurs possible pour R et γ^F . Les programmes de clémence, instaurés pour encourager la dénonciation et ainsi lutter contre les activités illégales, consistent en une réduction de l’amende infligée au dénonciateur. Dans les termes du modèle, une mesure de clémence se traduit donc par une diminution de F' . En raison de leurs différences considérables d’efficacité, il est devenu classique (Spagnolo, 2002 ; 2003) de distinguer les mesures de clémence selon qu’elles offrent une exemption partielle d’amende ($F > F' > 0$) ou une récompense ($F > 0 > F'$) à la dénonciation. Au regard de l’influence des variables exogènes selon que règne un programme d’exemption (partie gauche du Tableau 3.1) ou de récompense (partie droite), comme de l’impact des clauses de clémence elles-mêmes (partie centrale), la statique comparative présentée ici confirme une différence marquée.

a) Absence de clauses de clémence

En l’absence de clause de clémence, ou lorsque le programme prend la forme d’exemptions ($F' > 0$), la condition de crédibilité de la menace (3.5) peut ne pas être vérifiée

($\gamma^F < 1$). L'intervalle de silence collusif peut en conséquence être ou positif ou négatif, selon l'importance de l'amende infligée à un dénonciateur (première colonne du Tableau 3.1).

La capacité du marché à mettre en oeuvre l'état de silence collusif, comme l'intervalle de silence collusif d'un marché robuste à la collusion tacite, sont croissants avec le profit de l'évasion puisque, à coût (F') constant, la dénonciation devient de plus en plus rentable. En conséquence, toutes les variables qui accroissent le profit d'évasion (taux d'imposition, salaire, niveau de la demande) accroissent la capacité du marché à mettre en oeuvre le silence collusif et élargissent l'intervalle de silence collusif. Pour la même raison, les composantes de la politique de détection (amende, probabilité de détection), qui diminuent le profit de l'évasion, diminuent la stabilité du silence collusif.

Le résultat, traditionnel en économie industrielle, selon lequel la taille de l'industrie constitue une barrière naturelle à la collusion, reste valide dans le cas du silence collusif. La taille de l'industrie agit comme une diminution indirecte du profit d'évasion, puisqu'elle détermine le partage du profit global. La condition (3.5) est donc d'autant plus difficilement vérifiée que la taille de l'industrie est importante. Son effet sur l'intervalle de silence collusif est, en revanche, ambigu : à mesure que la taille de l'industrie s'accroît, γ^F et γ_c augmentent simultanément. L'intervalle de silence collusif ne se réduit avec la taille de l'industrie que si le pourcentage d'exemption ($1 - F'/F$) est suffisamment faible (note *b*, Tableau 3.1). Lorsque l'exemption devient importante, la taille de l'industrie tend à l'inverse à élargir l'intervalle de silence collusif. Grâce au programme de clémence, un marché robuste à la collusion tacite est donc d'autant plus probablement à même de mettre en oeuvre le silence collusif que sa taille est importante.

b) Programme actif de clémence

Au delà de cet effet pervers, les programmes de clémence influencent considérablement la capacité d'un marché à mettre en oeuvre le silence collusif. Puisque la dénonciation joue le rôle de menace mise au service de la collusion, encourager la menace conduit en effet à faciliter sa mise en oeuvre, et les programmes de clémence conduisent alors à un renforcement du silence collusif. D'abord, l'effet de la réduction d'amende offerte au dénonciateur est de faciliter l'accès à la menace, à travers l'augmentation de γ^F (partie centrale du Tableau 3.1). Les clauses de clémence sont donc contre-productives *ex ante*, au sens où elles encouragent l'entrée dans l'accord de silence collusif. S'y ajoute un second échec, puisque les clauses de clémence étendent également l'intervalle de silence collusif. La proportion de marchés robustes à la collusion tacite mais pour lesquels le silence collusif est un équilibre tend donc à s'accroître.

De plus, si les autorités mettent en place un système de bonus – par lequel la dénonciation est récompensée – le coût de la dénonciation disparaît et seuls en subsistent les bénéfices, qui s'élèvent alors à la somme de la récompense et du profit inter-temporel de la collusion. Dans ce cas, la menace de dénonciation est crédible en toute circonstance ($\gamma^F > 1$) et tout marché robuste à la collusion tacite peut mettre en oeuvre le silence collusif ($R > 0$).

Enfin, nous avons vu ci-dessus que la taille de l'industrie constitue une barrière naturelle contre la mise en oeuvre du silence collusif : lorsque la taille de l'industrie s'accroît, la condition qui assure la crédibilité de la menace est de plus en plus contraignante et de moins en moins de marchés sont susceptibles d'y recourir. L'introduction de clauses de clémence tend à affaiblir cet effet : $\frac{\partial^2 \gamma^F}{\partial n \partial F'} \leq 0$. A mesure que l'amende offerte au dénonciateur s'accroît, la limite imposée au silence collusif par la taille de l'industrie tend donc à s'affaiblir.

Preuve Par différenciation de (3.8), on a :

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 \gamma^F}{\partial n \partial F'} &= \frac{\partial^2 \Pi_F}{\partial n \partial F'} \cdot \frac{F'}{(\Pi_F + F')^2} + \frac{\partial \Pi_F}{\partial n} \cdot \frac{(\Pi_F + F')(\Pi_F + F' - F')}{(\Pi_F + F')^4} \\ &= \frac{\partial^2 \Pi_F}{\partial n \partial F'} \cdot \frac{F'}{(\Pi_F + F')^2} + \frac{\partial \Pi_F}{\partial n} \cdot \frac{(\Pi_F - F')}{(\Pi_F + F')^3}\end{aligned}$$

Sachant que $\frac{\partial^2 \Pi_F}{\partial n \partial F'} = 0$, il vient : $\frac{\partial^2 \gamma^F}{\partial n \partial F'} = \underbrace{\frac{\partial \Pi_F}{\partial n}}_{\leq 0} \cdot \underbrace{\frac{(\Pi_F - F')}{(\Pi_F + F')^3}}_{\geq 0}$. Tant que $|F'|$ reste inférieur au

profit de collusion, on a donc $\frac{\partial^2 \gamma^F}{\partial n \partial F'} < 0$. ■

Proposition 3.4. *Les programmes de clémence tendent à encourager la mise en oeuvre du silence collusif. Lorsque la clause de clémence prend la forme de bonus, le silence collusif est toujours un équilibre.*

Le modèle présenté ici a permis d'isoler l'influence de la concurrence sur la propension des firmes à recourir au travail au noir. En l'absence de dénonciation, l'intensité de la concurrence contraint les firmes à choisir le coût minimum. La guerre des prix qui s'en suit annule cependant les profits afférents à l'évasion. Loin d'offrir une protection contre ce mécanisme, la dénonciation permet d'imposer une discipline qui ouvre de nouvelles possibilités de collusion : elle fournit une menace de punition contre les baisses de prix, qui permet aux firmes de dégager le profit d'une évasion tenue secrète. Dans ce cadre, les programmes de clémence apparaissent comme un encouragement au silence plutôt qu'à la dénonciation : facilitant l'accès à la menace crédible qui permet de mettre en oeuvre le silence collusif, elles renforcent la capacité du marché à le pratiquer. La pertinence empirique de ces prédictions est testée en reproduisant les hypothèses du modèle dans le cadre de marchés expérimentaux, présentés dans les prochaines sections.

3.3 Présentation des marchés expérimentaux

Comme nous l'avons déjà souligné (Chapitre 1, Section 1.2), la méthode expérimentale permet par bien des aspects de résoudre les difficultés inhérentes à l'analyse empirique des activités illégales. A ces avantages s'ajoute ici celui de pouvoir reproduire l'environnement économique considéré dans le modèle, afin de tester ses prédictions théoriques. Il est, par exemple, particulièrement délicat de juger de la robustesse d'un marché réel à la collusion tacite. L'expérience en laboratoire que nous réalisons offre, quant à elle, la possibilité de contraindre les marchés à respecter les conditions de l'Hypothèse 3.1 et ainsi d'étudier la mise en oeuvre du silence collusif sur des marchés robustes à la collusion tacite.

3.3.1 Cadre de l'expérience

L'objectif de l'expérience est d'offrir un test des prédictions du modèle que sont la malédiction de Bertrand et les conditions d'émergence de l'évasion collusive. A cette fin, le protocole est conçu de façon à créer un environnement économique qui reproduit le plus fidèlement possible les hypothèses essentielles du modèle. La nécessité de garantir la cohérence entre cet environnement et les hypothèses du modèle nous a cependant conduit à retenir un ajustement important.

Les résultats théoriques reposent sur l'hypothèse que les firmes sont homogènes en tout point, en termes de fonction de profit en particulier. Cette hypothèse implique notamment que les firmes n'ont ni préférence pour l'honnêteté ni aversion au risque, qui introduiraient autant de sources d'hétérogénéité dans les décisions de coût.¹⁵ Même si la neutralité des instructions (décrites dans les prochaines sections) est destinée à traiter

¹⁵La Section 3.5 propose une discussion plus complète des perspectives de recherche ouvertes par la prise en compte de cette hétérogénéité.

en partie cette question, il est à l'évidence impossible d'imposer le strict respect de cette hypothèse d'homogénéité dans l'expérience. Contrairement aux hypothèses du modèle, il est donc possible que les participants manifestent, en raison de leur hétérogénéité inobservable, des préférences vis-à-vis de l'évasion qui diffèrent du seul calcul de profit. La dénonciation, non coûteuse pour une firme qui choisit le coût légal, pourrait alors être utilisée par des participants qui désapprouvent l'évasion pour contraindre le marché à adopter l'équilibre concurrentiel légal.

Dans le cas particulier qui est le nôtre, faisant intervenir la dénonciation, cette hétérogénéité peut en outre être à l'origine de phénomènes de "pression des pairs", au sens où les décisions individuelles peuvent être influencées par la perception qu'en a le groupe d'appartenance (Fehr & Gächter, 2000a). La dénonciation constituerait alors un instrument de punition monétaire pour les firmes qui manifestent une préférence intrinsèque pour la légalité et condamnent le recours au travail au noir (Falk, Fehr & Fischbacher, 2005). En l'absence même d'instrument de punition contre les comportements jugés blâmables, la seule connaissance du comportement des membres du groupe peut également être à l'origine d'un phénomène de pression des pairs (Falk & Ichino, 2005) et de mimétisme social (Falk & Fischbacher, 2002).

Afin de limiter l'incidence de ces effets – hétérogénéité inobservable vis-à-vis de la légalité et pression des pairs – nous avons choisi de restreindre la possibilité de dénoncer aux seules firmes qui ont choisi l'évasion. Etant donnée la très forte prédominance empirique de cette décision, en l'absence même de possibilités de dénonciation (voir ci-dessous, Section 3.4.2), cette restriction ne devrait pas altérer nos résultats, tout en les préservant des déterminants "hors-modèle" du comportement.

3.3.2 Protocole expérimental

A cette exception près, le protocole de l'expérience reproduit l'environnement économique décrit dans les Sections 3.1.1 et 3.2. Les prédictions théoriques sont testées par trois traitements, accroissant progressivement la facilité de la dénonciation.

a) Description de l'expérience

Les participants se voient attribuer le rôle de firmes et sont regroupés aléatoirement pour former les marchés. La répétition du jeu est assurée en maintenant constante la taille comme la composition de ces groupes pendant toute l'expérience. L'horizon de répétition est reproduit par le biais d'une interruption aléatoire du jeu, susceptible de survenir à chaque période avec la probabilité γ .¹⁶ Pour des raisons pratiques, un seul tirage est effectué à chaque période pour l'ensemble des marchés.

Au sein d'une période, la concurrence à la Bertrand avec coût endogène constitue un jeu en deux étapes : les firmes doivent choisir individuellement et de façon privée d'abord un coût (élevé ou faible), puis un prix (parmi l'ensemble des valeurs discrètes réalisables).

Le prix de marché détermine les quantités vendues selon la spécification linéaire : $Q = d - lp$. Plutôt que par sa forme algébrique, qui fait appel à leurs compétences mathématiques, cette fonction de demande est exposée aux participants par l'intermédiaire d'un tableau (reproduit dans l'Annexe, Tableau 3.A). Chaque cellule contient les quantités individuelles vendues, lorsque le prix de marché est celui qui apparaît en ligne, par chacune des firmes actives dont le nombre est indiqué en colonne. Le gain pour la période d'une firme active est donc calculé selon la formule $Q/n (p - W)$, tandis que le

¹⁶Les valeurs numériques utilisées dans l'expérience sont décrites en Annexe, Section 3.B.

gain d'une firme inactive est nul. Les pénalités inhérentes à l'évasion sont retranchées de ces gains. A cette fin, un tirage au sort est réalisé pour chaque firme ayant choisi le coût faible. En vertu de ce tirage, le gain de la firme pour la période est négatif, égal à $-F$, avec la probabilité α .

L'ensemble de ces éléments permet de reproduire l'environnement concurrentiel dans lequel s'inscrivent nos résultats théoriques. L'effet de la dénonciation et des clauses de clémence sur les décisions des participants est observé en introduisant plusieurs variations dans l'environnement.

b) Traitements

Un premier traitement reproduit les conditions qui conduisent à la malédiction de Bertrand et sert ainsi de traitement de référence. Dans ce traitement de CONTRÔLE, les participants n'ont donc pas la possibilité de dénoncer l'évasion fiscale. La dénonciation est introduite dans les deux autres traitements, intitulés DÉNONCIATION et CLÉMENCE. L'objectif de ces traitements est d'apprécier l'influence de la dénonciation sur les décisions d'évasion comme de tarification, par comparaison avec les comportements observés dans le traitement de CONTRÔLE. L'introduction de la dénonciation nécessite en particulier d'informer les participants des décisions prises par les autres firmes du marché. Pour éviter que l'effet de l'information s'ajoute à celui de la dénonciation dans cette comparaison, l'information est fournie aux participants dès le traitement de CONTRÔLE.

Pour ce faire, une fenêtre contenant la liste des décisions prises par l'ensemble des firmes apparaît sur chaque écran, avant l'annonce des gains pour la période. Chaque ligne de cette liste se rapporte à une firme du marché, et comporte le prix qu'elle a choisi. Si la firme sur l'écran de laquelle la fenêtre apparaît a choisi l'évasion (coût faible), le coût sélectionné est ajouté, à côté du prix, sur cette ligne. L'ordre d'apparition des firmes sur la liste est modifié aléatoirement à chaque période pour limiter l'apparition

de réputations individuelles. Le jeu ne se poursuit qu'après que chaque participant a fermé la fenêtre d'information, assurant ainsi qu'elle a – au moins – été consultée.

Dans les traitements DÉNONCIATION et CLÉMENCE, les participants peuvent utiliser cette information pour dénoncer les firmes qui ont choisi le coût faible. La possibilité de dénoncer consiste concrètement en une case à cocher dans la fenêtre d'information, qui s'ajoute à côté du coût lorsqu'il est fourni. Conformément au choix méthodologique discuté ci-dessus, l'usage de la dénonciation est donc réservé aux participants qui ont choisi le coût faible.¹⁷ Avant de clore la fenêtre d'information, les participants peuvent cocher les firmes de leur choix, sans limitation de nombre. Toute firme qui a été dénoncée au moins une fois se voit attribuer le profit négatif ($-F$) associé à la détection. Les firmes qui se sont mises en position de dénonciatrice – en dénonçant au moins une autre firme – obtiennent quant à elles un gain pour la période égal au profit de dénonciation, $-F'$. Ce profit est fixé à $-F' = -F$ dans le traitement DÉNONCIATION, à $-F' > -F$ dans le traitement CLÉMENCE.

Outre ces trois traitements, des variations sont également introduites dans les tailles des groupes, formés de 3 à 6 participants.¹⁸ La taille de l'industrie, mesurée par le nombre de firmes actives, peut différer du nombre de firmes présentes – la taille du groupe – en raison des prix qu'elles choisissent. La taille du groupe constitue donc un plafond sur la taille que le marché est susceptible d'atteindre. Ces variations permettent néanmoins d'observer l'influence du nombre de firmes présentes sur leur capacité à se coordonner. La probabilité d'interruption du jeu (γ) étant maintenue constante, les variations du nombre de firmes actives constituent en outre autant de variations dans

¹⁷Compte tenu des hypothèses retenues, la dénonciation d'un participant ayant choisi le coût élevé serait sans influence sur les gains comme les stratégies des participants. Par souci de simplification, le protocole de l'expérience impose donc que seuls les participants qui ont choisi le coût faible peuvent être dénoncés.

¹⁸Ces tailles des groupes ont été choisies pour leur capacité à représenter l'éventail des tailles de marchés, de la plus petite à la plus grande, conformément au résultat célèbre de Selten (1973) : «*four are few and six are many*».

la capacité du marché à mettre en oeuvre le silence collusif (condition (3.5)).

c) Déroulement des sessions

A leur arrivée, les participants procèdent à un tirage au sort qui sélectionne l'ordinateur qui leur est attribué. Ce tirage au sort détermine simultanément le marché auquel ils appartiennent, ainsi que la taille de leur groupe. Ces groupes sont maintenus inchangés – en termes de tailles comme de composition – pendant l'ensemble de l'expérience (protocole en *partners*).

Les participants jouent successivement chacun des trois traitements, selon l'ordre de présentation adopté ci-dessus : CONTRÔLE, puis DÉNONCIATION et enfin CLÉMENCE. Les instructions afférentes à chaque traitement sont distribuées et lues juste avant son déroulement.¹⁹ S'ils connaissent le nombre de traitements, les participants ignorent par conséquent la nature des traitements ultérieurs. Cette procédure permet d'éviter que les comportements dans un traitement soient influencés par le comportement anticipé dans le(s) traitement(s) subséquent(s). En comparaison d'autres jeux expérimentaux, les institutions de marché font intervenir des fonctions de paiements et des interactions assez complexes (Holt, 1995). Pour permettre aux participants de se familiariser avec ces règles, il est donc devenu classique d'ajouter une phase préliminaire d'entraînement, au cours de laquelle les décisions sont sans conséquence sur la rémunération (Fouraker & Siegel, 1963). Contrairement aux traitements, dont l'interruption est aléatoire, la durée de la phase d'entraînement est certaine et fixée à trois périodes. Cet élément est de connaissance commune entre les participants, qui sont encouragés à utiliser ces périodes pour tester leur compréhension du jeu. A la fin de l'expérience, un questionnaire est proposé au participants afin de recueillir des informations sur leurs caractéristiques individuelles (sexe, niveau d'éducation, ...).

¹⁹Les instructions de l'ensemble de l'expérience sont reproduites en Annexe, Section 3.A.

Les instructions lues aux participants sont rédigées en termes neutres, éliminant toute référence à un contexte de concurrence comme d'illégalité.²⁰ Le prix est désigné comme un *nombre*, le coût comme une option (coût élevé pour l'option *A*, correspondant au coût légal ; faible pour l'option *B*, correspondant à l'évasion). Les firmes sont appelées *participants* et les marchés des *groupes*. Le terme de punition n'est jamais employé pour désigner l'amende, qualifiée d'*annulation des gains* assortie d'*une perte fixe*. Dans les deux derniers traitements, la dénonciation est désignée par sa manifestation physique en parlant de *cocher la case d'un participant* pour une firme dénonciatrice et d'*être cochée* pour une firme dénoncée. Le script informatique des expériences a été développé en utilisant le logiciel Regate (Zeiliger, 2000), en collaboration avec Romain Zeiliger.

Les gains obtenus par chaque participant sont calculés à partir de la somme des ECU accumulés pendant l'ensemble des périodes de l'expérience (à l'exception des trois périodes d'entraînement), selon le taux de conversion de 1 Euro pour 15 ECU. Ces gains sont versés de façon privée, à la fin de l'expérience. Le taux horaire de rémunération atteint une moyenne de 12 Euros. Au total, 5 sessions ont été conduites dans le laboratoire d'économie expérimentale du GATE. Ces sessions ont réuni un total de 76 participants, constitués d'étudiants inscrits en premier cycle à l'ITECH (Institut TExtile et Chimique de Lyon), à l'EM Lyon (Ecole de Management de Lyon) et à l'Ecole

²⁰Dans le cadre des marchés expérimentaux, la légitimité de la contextualisation des instructions a suscité d'intenses débats méthodologiques. Bien que les travaux originels privilégient des instructions neutres (Plott, 1982), la complexité des institutions de marché étudiées a rapidement conduit à ancrer les instructions dans une réalité connue pour en faciliter la compréhension. De fait, le critère de la complexité semble l'avoir emporté (Holt, 1995, p.356). Quoique communément admise, cette contextualisation ne semble pas indifférente sur les comportements. Divers travaux comparent les comportements de marchés obtenus selon que les instructions font référence ou pas à une situation économique. Ces études concluent à une plus grande agressivité des comportements lorsque les instructions sont rédigées en termes neutres (Huck, Normann & Oechssler, 2004) ou contextualisées (Franciosi, Kujal, Michelitsch & al., 1995), mais rejettent l'hypothèse que les comportements restent inchangés. La relative simplicité du marché que nous étudions comme l'intervention de comportements illégaux (voir Chapitre 1, Note (45) pour une discussion de cet aspect) militent, dans notre cas, en faveur de la neutralité des instructions.

Centrale de Lyon.

Après formation des groupes, ces participants ont permis de constituer 22 marchés expérimentaux. La répétition aléatoire du jeu fournit 1357 observations sur les décisions individuelles des firmes expérimentales (et 396 observations de marchés expérimentaux). Parmi ces observations, 27.5% (373 firmes et 110 marchés) concernent le traitement CONTRÔLE, 33.5% (454 firmes et 132 marchés) le traitement DÉNONCIATION et 39% (530 firmes et 154 marchés) le traitement CLÉMENCE.

Ces observations reflètent la réaction des firmes expérimentales, en termes d'évasion et de prix choisis, à des variations de l'environnement telles que le coût de la dénonciation ou la taille de l'industrie. Elles permettent donc d'apprécier la validité du modèle théorique par comparaison avec les réactions prédites.

3.4 Malédiction de Bertrand et évasion collusive : résultats empiriques

Comme nous l'avons souligné à cette occasion (Note (14)), le modèle a été présenté en considérant un équilibre particulier, dans lequel le prix est celui de l'équilibre concurrentiel légal. Dans le cadre des expériences, il n'est pas assuré que cet équilibre soit sélectionné par les firmes. Il convient donc de généraliser le modèle à l'ensemble des prix qui constituent un équilibre de silence collusif. Cette généralisation permet de définir les expressions utilisées pour mesurer les variables considérées dans le modèle théorique et d'en dériver les prédictions testables. Les comportements observés confirment la malédiction de Bertrand (Section 3.4.2), et valident les conditions d'émergence de l'évasion collusive identifiées par l'analyse théorique (Section 3.4.3).

3.4.1 Contrepartie empirique du cadre théorique

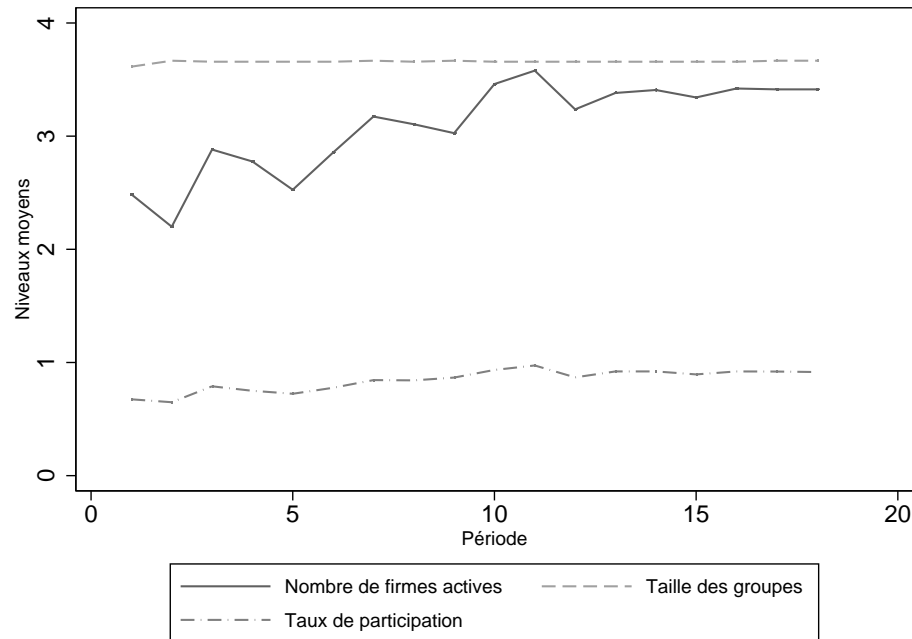
Avant de procéder à l'analyse statistique des comportements observés, cette section présente la transcription empirique de l'analyse théorique. La définition des variables utilisées permet en particulier de dériver les prédictions du modèle quant aux décisions des firmes expérimentales.

D'abord, la taille de l'industrie détermine les profits potentiels de la collusion et est à ce titre une variable centrale de notre analyse. Le déroulement de l'expérience crée cependant une ambiguïté quant à la mesure adéquate de la taille de l'industrie. Le protocole conduit en effet à une déconnection entre la taille *a priori* du marché (*i.e.* taille des groupes de participants formés au début de l'expérience) et le nombre de firmes actives sur le marché, correspondant au nombre de firmes qui ont choisit le prix minimum. Ces mesures offrent des appréciations différentes quand aux possibilités de collusion sur le marché.

D'une part, la taille du groupe fournit une appréciation *ex ante* de l'intensité de la concurrence, au sens où elle reflète le nombre potentiel de concurrentes . Le nombre de firmes actives en fournit d'autre part une mesure *ex post*, puisqu'elle détermine les quantités individuelles effectivement vendues par les firmes au prix de marché. La taille du groupe permet donc d'anticiper l'intensité potentielle de la concurrence tandis que le nombre de firmes actives mesure son intensité effective. L'objectif de l'analyse empirique étant de tester la capacité du modèle à expliquer les comportements observés, la mesure pertinente de la taille de l'industrie est celle que prennent en compte les participants pour apprécier l'intensité de la concurrence dans leurs décisions. A cet égard, le nombre de firmes actives semble être le candidat naturel.

Le Graphique 3.1 propose un aperçu de la pertinence de cet indicateur. Il représente en effet l'évolution du nombre de firmes actives moyen (intensité concurrentielle *ex post*) et du taux de participation moyen (mesuré à chaque période par le rapport

GRAPHIQUE 3.1 – EVOLUTION DES MESURES D'INTENSITÉ



entre le nombre de firmes actives et la taille du groupe) au cours de l'expérience. Par construction, la taille des groupes (intensité concurrentielle *ex ante*), également représentée, est constante au cours de l'expérience. Le taux de participation n'est que très légèrement croissant au cours du temps. Pour une taille de groupe donnée, le nombre de firmes actives à une période tend donc à être très proche du niveau qu'elle a atteint à la période précédente. L'évolution du nombre actives reflète cette tendance, et suit un sentier de croissance régulière au cours du temps qui ne subit pas de sursaut notable.

Le nombre de firmes actives à une période apparaît ainsi comme le meilleur indicateur de l'intensité effective de la concurrence à la période suivante. La taille de l'industrie (variable n) est donc mesurée à chaque période par le nombre de firmes actives à la période précédente.²¹ La distribution des tailles d'industrie empiriques (nombre de firmes

²¹Cette mesure nous oblige à abandonner la première observation de chaque firme. La première période de jeu du premier traitement (76 observations de firmes et 22 de marchés) est donc éliminée au même titre que les périodes d'essai. La robustesse des résultats à un changement de mesure est discutée

TABLEAU 3.2 – DISTRIBUTION DE L'INTENSITÉ DE LA CONCURRENCE

	Intensité de la concurrence						Total
	1	2	3	4	5	6	
CONTRÔLE	23.57	23.91	33.33	10.10	7.41	1.68	100.00
DÉNONCIATION	9.69	22.25	40.97	14.10	9.03	3.96	100.00
CLÉMENCE	7.36	7.36	51.32	12.83	14.34	6.79	100.00
Total	11.94	16.47	43.48	12.65	10.85	4.61	100.00

Note. Pourcentage de firmes soumises à une intensité concurrentielle donnée (mesurée par le nombre de firmes actives à la période précédente) au sein de chaque traitement. En %.

actives sur les marchés expérimentaux) dans chaque traitement est présentée dans le Tableau 3.2.

Outre la taille de l'industrie, l'environnement économique considéré dans le modèle est également décrit par l'Hypothèse 3.1, qui circonscrit le profit d'évasion et la robustesse à la collusion tacite. Le profit d'évasion défini en (3.2) évalue les bénéfices tirés de l'évasion lorsque le prix de marché est celui de l'équilibre concurrentiel légal. Cette expression se généralise aisément à tout prix $p \neq p^c$:

$$\Pi_F(p) = (1 - \alpha) \frac{Q(p)}{n} (p - w) - \alpha F = \pi_F(p) - \alpha F \quad (3.9)$$

Cette expression décrit le bénéfice de l'évasion pour tout prix de marché p . Le paramétrage de l'expérience (présenté en détail dans l'Annexe de ce chapitre, Section 3.B) a été conçu de façon à ce que ce profit soit positif aussi souvent que possible, afin de respecter l'Hypothèse 3.1.2. De fait, le profit d'évasion est positif tant que $p > w$ (correspondant au coût marginal en cas d'évasion, fixé à 5) pour tous les marchés considérés en Annexe, Section 3.C. La Section 3.C.1 montre en particulier que les comportements observés tendent à confirmer la pertinence de la mesure par le nombre de firmes actives. Les résultats présentés ici sont, dans l'ensemble, maintenus en termes de statistiques descriptives, Section 3.4.2 (discutés dans la Section 3.C.2). Les difficultés d'identification du modèle sont à l'origine de changements notables dans les résultats qui concernent la mise en œuvre de l'évasion collusive, Section 3.4.3 (Section 3.C.3). Le pouvoir explicatif de la crédibilité de la menace de dénonciation est néanmoins confirmé.

dans l'expérience. En l'absence de dénonciation, cette condition doit théoriquement conduire les firmes à choisir l'évasion. Si, par surcroît, le marché considéré est robuste à la collusion tacite, la concurrence devrait en outre conduire à une baisse du prix jusqu'à annulation des profits.

Prédiction 3.1. (Malédiction de Bertrand) *En l'absence de dénonciation, les firmes choisissent d'assumer le risque de la détection en optant pour l'évasion fiscale. L'intensité de la concurrence tend à annuler les profits de l'évasion si le marché est robuste à la collusion tacite.*

L'Hypothèse 3.1.1 est, quand à elle, destinée à apprécier la capacité du marché à mettre un oeuvre un accord de collusion tacite. Elle établit plus précisément qu'un marché est robuste à la collusion tacite si $\gamma > \gamma^c \equiv \frac{1}{n}$. Cette valeur seuil est mesurée par l'inverse du nombre de firmes actives sur le marché.

L'équilibre de silence collusif (Section 3.2) a été étudié en considérant la stratégie de la Définition 3.1, où le prix collusif est celui de l'équilibre concurrentiel légal. Le raisonnement qui a conduit à ce résultat se généralise sans grande difficulté à tout prix de marché $p \neq p^c$. La condition qui assure la crédibilité de la menace (3.2) compare le profit de dénonciation au profit inter-temporel de la coopération. Si la coopération se fait au prix p plutôt qu'au prix p^c , le profit de coopération correspond alors au profit d'évasion (3.9). En utilisant cette définition de Π_F , la condition (3.2) permet donc d'évaluer la crédibilité de la menace pour tout prix de collusion p . Par définition, un prix de collusion p donné peut théoriquement constituer un équilibre de silence collusif si cette condition est vérifiée. La capacité du marché à mettre en oeuvre le silence collusif est par conséquent mesurée par la valeur prise par γ^F au prix de marché sélectionné : $\gamma^F = \frac{\Pi_F(p)}{F' + \Pi_F(p)}$. Lorsque la dénonciation est impossible (*i.e.* dans le traitement CONTRÔLE), la capacité du marché à mettre en oeuvre une évasion collusive est décrite par (3.3). Cette expression – adaptée à l'équilibre sélectionné – est donc utilisée pour mesurer γ^F dans ce cas $\gamma^F = \frac{\pi_F(p) - \alpha F}{n \pi_F(p) - \alpha F}$. Compte tenu de ces définitions empiriques, l'intervalle de silence collusif est alors mesuré par $R = \gamma^F - \gamma^c$.

TABLEAU 3.3 – POSSIBILITÉS DE COLLUSION DANS CHAQUE TRAITEMENT

		Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
CONTRÔLE	$\gamma - \gamma^c$	-0.259	0.288	-0.750	0.083
	$\gamma_F - \gamma$	0.225	0.304	-0.250	0.750
	$R = \gamma_F - \gamma^c$	-0.034	0.109	-1.000	0.000
DÉNONCIATION	$\gamma - \gamma^c$	-0.155	0.219	-0.750	0.083
	$\gamma_F - \gamma$	0.073	0.141	-0.250	0.575
	$R = \gamma_F - \gamma^c$	-0.081	0.129	-1.000	0.272
CLÉMENCE	$\gamma - \gamma^c$	-0.104	0.199	-0.750	0.083
	$\gamma_F - \gamma$	0.204	0.162	-0.250	0.663
	$R = \gamma_F - \gamma^c$	0.100	0.123	-0.357	0.442
Total	$\gamma - \gamma^c$	-0.158	0.237	-0.750	0.083
	$\gamma_F - \gamma$	0.162	0.209	-0.250	0.750
	$R = \gamma_F - \gamma^c$	0.005	0.147	-1.000	0.442

Note. Statistiques descriptives (moyenne et écart-types entre les firmes, minimum et maximum) des mesures de possibilités de collusion au sein de chaque traitement : collusion tacite (première ligne dans chaque traitement), silence collusif (deuxième ligne) et intervalle de silence collusif (troisième ligne).

La propension à la collusion des marchés expérimentaux, mesurée par ces indicateurs, est résumée dans le Tableau 3.3. Par définition, la robustesse à la collusion tacite (première ligne pour chaque traitement) ne dépend que de la taille de l'industrie. Les variations entre traitements reflètent donc uniquement les variations dans le nombre de firmes actives à la période précédente. La mise en oeuvre du silence collusif (deuxième ligne) est, quant à elle, d'autant plus facile que la dénonciation est peu coûteuse. L'intervalle de silence collusif (troisième ligne) reflète la compatibilité entre ces deux conditions. Comme le prévoit le modèle théorique, l'intervalle de silence collusif tend à s'élargir (le maximum devient positif, la moyenne augmente) à mesure que la dénonciation est facilitée.

En vertu du modèle théorique, ces conditions – robustesse à la collusion tacite et crédibilité de la dénonciation – décrivent l'ensemble des possibilités de collusion dans l'expérience. D'abord, si $\gamma - \gamma^c < 0$ la capacité du marché à mettre en oeuvre un accord

de collusion tacite s'applique à tout profit positif, qu'il contienne ou non un bénéfice lié à l'évasion. Lorsqu'il n'est pas robuste à la collusion tacite, le marché est donc trivialement capable de dégager des profits positifs grâce à l'évasion (Section 3.1.1). A l'inverse, le bénéfice de la déviation domine celui de la coopération si $\gamma - \gamma^c > 0$ et le marché devrait se trouver dans l'impossibilité de mettre en oeuvre un accord de collusion tacite. La dénonciation élargit cependant les possibilités de collusion. Si la dénonciation est une menace crédible ($\gamma^F - \gamma > 0$), le marché peut mettre en oeuvre l'équilibre de silence collusif et dégager des profits positifs grâce à l'évasion. Enfin, si le marché est robuste à la collusion tacite et que la menace de dénonciation n'est pas crédible, l'environnement qui prévaut conduit à la malédiction de Bertrand : l'évasion, choisie en raison de sa rentabilité, conduit à une nouvelle guerre des prix qui élimine les profits d'évasion.

Prédiction 3.2. (Evasion collusive) *Dans tous les traitements, la rentabilité de l'évasion conduit les firmes à l'adopter. Cette évasion permet de dégager des profits positifs dès lors que le marché n'est pas robuste à la collusion tacite ($\gamma > \gamma^c$) ou que la dénonciation est une menace crédible ($\gamma < \gamma^F$).*

Grâce à la combinaison des traitements et tailles de groupe instituée dans l'expérience, les marchés que nous observons présentent une importante variabilité dans les variables d'intérêt, que sont : la taille de l'industrie, la robustesse à la collusion tacite et la crédibilité de la menace de dénonciation. La réaction des firmes à ces variations permettent de tester les Prédictions 3.1 et 3.2, qui résument l'essentiel de l'analyse théorique proposée ci-dessus. Leur validité permet donc d'apprécier la capacité du modèle à expliquer les comportements observés.

TABLEAU 3.4 – TAUX D'ÉVASION SOUS LE TRAITEMENT CONTRÔLE

	Intensité de la concurrence						Total
	1	2	3	4	5	6	
Evasion	95.04	92.21	97.17	97.62	100.00	90.91	95.43
Coût légal	4.96	7.79	2.83	2.38	0.00	9.09	4.57
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Note. Pour chaque intensité de la concurrence, pourcentage de firmes ayant choisi le coût minimum dans le traitement CONTRÔLE. En %.

3.4.2 Comportements observés

Les trois traitements considérés dans l'expérience introduisent progressivement la dénonciation. En son absence (traitement CONTRÔLE), les comportements prédits par le modèle correspondent à la malédiction de Bertrand. L'évasion collusive, quant à elle, correspond à une stratégie de tarification et d'évasion dont le modèle théorique a identifié plusieurs déterminants (robustesse à la collusion tacite et silence collusif). Avant d'étudier la pertinence empirique de ces déterminants (Section 3.4.3), nous proposons ici un premier aperçu de l'ampleur de l'évasion collusive dans les expériences.

a) Traitement de contrôle : malédiction de Bertrand²²

La malédiction de Bertrand, résumée dans la Prédiction 3.1, prédit que l'intensité de la concurrence devrait empêcher les firmes de choisir un coût légal, et les contraindre ainsi à l'évasion. Comme le montre le Tableau 3.4 cette prédiction est largement cor-

²²Dans cette section, et en particulier dans les Tableaux 3.4 et 3.5, 4 sessions pendant lesquelles 10 marchés sont observés s'ajoutent aux expériences présentées ci-dessus. Ces sessions ont été conduites dans les conditions décrites dans la Section 3.3, mais sous le traitement CONTRÔLE uniquement. Ces données ne sont donc plus utilisées dans la suite de la présentation. Compte tenu de la répétition aléatoire du jeu, l'ensemble des sessions considérées dans ces tableaux fournissent 528 observations du comportement des firmes et 150 observations de marchés expérimentaux.

TABLEAU 3.5 – DISTRIBUTION DES PRIX DE MARCHÉ SOUS LE TRAITEMENT CONTRÔLE

Prix de Marché	Intensité de la concurrence						Total
	1	2	3	4	5	6	
5	25.71	8.00	5.71	0.00	14.29	20.00	12.71
6	74.29	88.00	94.29	100.00	85.71	80.00	86.44
7	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Note. Pourcentage de marchés sur lesquels le prix minimum correspond à celui qui est indiqué en ligne, pour une intensité de la concurrence donnée, dans le traitement CONTRÔLE. En %.

roborée par les comportements observés dans le traitement CONTRÔLE, où l'évasion représente plus de 95% des décisions observées.

Cette observation est encore renforcée si l'on se limite au comportement des firmes actives. Parmi les 32 marchés observés, aucune firme ne parvient en effet à être active en choisissant le coût légal. Le Tableau 3.5 fait en outre apparaître la distribution des prix de marché en fonction de l'intensité de la concurrence. Il convient de rappeler que le paramétrage fait en sorte qu'un prix de 6 est le prix minimum garantissant des profits d'évasion non négatifs (voir Section 3.4.1). Un prix de 5 correspond en effet à une tarification au coût marginal (illégal), pour laquelle les profits sont en conséquence négatifs et égaux à l'amende espérée. Malgré cette propriété, l'intensité de la concurrence fait diminuer le prix jusqu'au coût marginal dans près de 16% des cas. Dans la très grande majorité des cas (83%), le prix butte sur sa limite inférieure garantissant des profits non-négatifs. Une infime minorité des firmes parviennent, enfin, à maintenir un prix collusif, immédiatement supérieur à 6. Cette situation ne concerne que 3 (2%) des 150 marchés observés et n'apparaît que lorsque le marché est en duopole.

Au total, le comportement observé sous le traitement de contrôle confirme donc tant la généralisation de l'évasion que la tendance à l'annulation des profits en l'absence de dénonciation.

TABLEAU 3.6 – TAUX D'ÉVASION

	Intensité de la concurrence						Total
	1	2	3	4	5	6	
CONTRÔLE	94.29	91.55	96.97	100.00	100.00	80.00	95.29
DÉNONCIATION	88.64	93.07	96.77	95.31	97.56	100.00	95.15
CLÉMENCE	74.36	89.74	97.79	98.53	100.00	97.22	95.85
Total	87.58	91.94	97.31	97.53	99.28	96.61	95.47

Note. Pour chaque intensité de la concurrence, pourcentage de firmes ayant choisi l'évasion dans chaque traitement (trois premières lignes) et dans l'ensemble (dernière ligne). En %.

Observation 3.1. *L'intensité de la concurrence contraint les firmes à choisir le travail au noir et élimine les profits d'évasion.*

b) Statistiques descriptives

Cette généralisation de l'évasion est une propriété assez largement partagée par les comportements sous l'ensemble des traitements de l'expérience. Le Tableau 3.6 présente les taux d'évasion (*i.e.* pourcentage d'observations ayant choisi le coût illégal) dans chaque traitement en fonction de l'intensité de la concurrence. Tous traitements confondus, l'évasion est choisie dans plus de 95% des cas (4.43% des observations choisissent le coût légal). A l'exception notable des marchés où l'intensité concurrentielle est de 6, l'évasion apparaît en outre d'autant plus fréquente que l'intensité de la concurrence est importante. Le taux moyen d'évasion croît ainsi régulièrement avec l'intensité de la concurrence, passant de près de 88% sur les marchés en monopole à 99.3% sur les marchés où l'intensité est de 5 (et 96.6% lorsqu'elle est de 6). Entre les traitements, l'introduction progressive de la dénonciation tend, en moyenne, à accroître légèrement le taux d'évasion. Cet effet est cependant très ambigu lorsque l'évolution du taux d'évasion est désagrégée en fonction de l'intensité de la concurrence.

Cette diversité, entre traitements comme en fonction de l'intensité de la concurrence,

se retrouve en partie dans les comportements de tarification (présenté dans le Tableau 3.7). Le prix individuel posté par les firmes tend, en moyenne, à diminuer lorsque l'intensité de la concurrence augmente et à s'accroître lorsque la dénonciation est facilitée. A traitement donné, le prix est d'autant plus faible que l'intensité de la concurrence est forte. Au regard de l'effet de la dénonciation sur le prix choisi, en revanche, deux sous-ensembles se distinguent selon que le nombre de firmes est inférieur ou supérieur à 3. Dans le premier cas (concurrence entre 3 firmes ou moins), le prix choisi est d'autant plus élevé en moyenne, à intensité de la concurrence donnée, que la dénonciation est aisée. La dénonciation tend donc à contre-carrer la baisse du prix engendrée par l'intensité de la concurrence. Dans le second cas (4 firmes ou plus), il semble au contraire que l'effet de la concurrence l'emporte, et le prix ne subit que de légères variations à la baisse lorsque la dénonciation est facilitée.

Les prix qui émergent à l'équilibre (présentés dans le Tableau 3.8 et représentés dans le Graphique 3.2) rendent plus univoques ces tendances. A l'exception du traitement de contrôle – où le prix minimum moyen fluctue autour de 6 sans lien apparent avec l'intensité de la concurrence – le prix de marché est en effet décroissant de l'intensité de la concurrence à traitement donné.

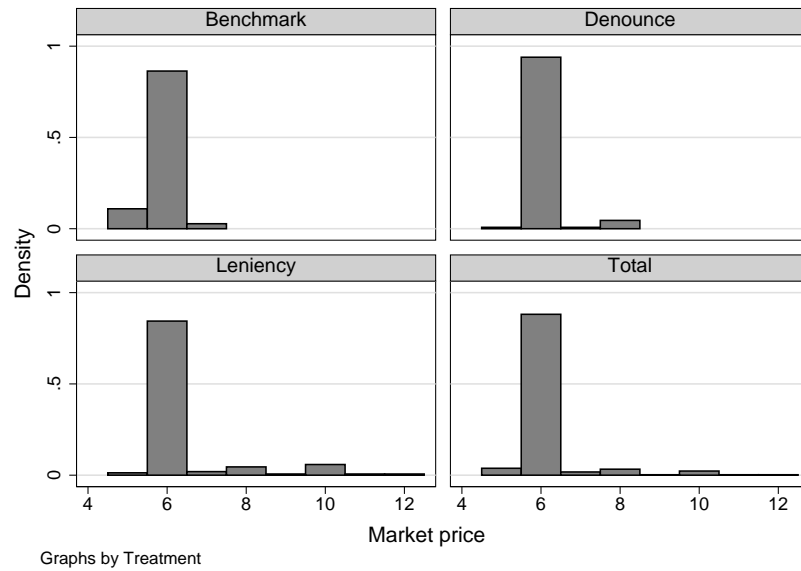
A mesure que la dénonciation est rendue possible, et facilitée, le prix minimum s'accroît pour chaque intensité concurrentielle. Le Graphique 3.2 propose une représen-

TABLEAU 3.7 – PRIX CHOISI MOYEN

	Intensité de la concurrence						Total
	1	2	3	4	5	6	
CONTRÔLE	6.57	6.77	6.28	6.20	6.00	7.00	6.45
DÉNONCIATION	7.09	6.65	6.22	6.25	6.12	5.94	6.38
CLÉMENCE	9.49	7.49	6.47	6.15	6.00	6.11	6.63
Total	7.46	6.85	6.35	6.20	6.04	6.14	6.50

Note. Pour chaque intensité de la concurrence, prix choisi en moyenne par les firmes dans chaque traitement (trois premières lignes) et dans l'ensemble (dernière ligne).

GRAPHIQUE 3.2 – PRIX D'ÉQUILIBRE PAR TRAITEMENT



tation de la fonction de densité du prix d'équilibre en fonction des traitements. Bien que le prix minimum de profit non nul (égal à 6) reste très largement modal dans tous les traitements, la distribution tend à s'étaler vers la droite à mesure que la dénonciation est facilitée.²³

²³Ces variations ne semblent pas devoir être imputées à un effet d'apprentissage au cours de l'expérience. Le taux d'évasion, le prix choisi et le prix de marché sont en effet remarquablement stables en moyenne entre les périodes. Leurs écart-types entre les périodes de jeu sont ainsi de 0.217 pour le premier (pour un taux d'évasion moyen de 0.954), 0.169 pour le deuxième (pour un prix choisi moyen de

TABLEAU 3.8 – PRIX D'ÉQUILIBRE MOYEN

	Intensité de la concurrence						Total
	1	2	3	4	5	6	
CONTRÔLE	5.89	6.00	5.94	6.00	5.75	5.00	5.93
DÉNONCIATION	6.50	6.12	6.05	6.00	6.00	5.67	6.09
CLÉMENCE	8.43	6.69	6.25	6.00	6.00	6.00	6.42
Total	6.84	6.19	6.13	6.00	5.96	5.80	6.19

Note. Pour chaque intensité de la concurrence, prix minimum moyen sur les marchés dans chaque traitement (trois premières lignes) et dans l'ensemble (dernière ligne).

TABLEAU 3.9 – COMPORTEMENT DE DÉNONCIATION

Participant	Prix choisi								Total	Ensemble
	6	7	8	9	10	11	12	13		
Dénonciateur	25.00	12.50	4.17	2.08	39.58	4.17	10.42	2.08	100	4.88
Dénoncé	78.75	2.50	2.50	1.25	8.75	2.50	3.75	0.00	100	8.13

Note. *Moitié supérieure* : Pourcentage de firmes, parmi les firmes qui ont choisi de dénoncer un ou plusieurs autres participants, ayant choisi le prix indiqué en colonne. En %. *Moitié inférieure* : Pourcentage de firmes, parmi les firmes qui ont été dénoncées par au moins un autre participant, ayant choisi le prix indiqué en colonne. En %. *Dernière colonne* : Pourcentage de firmes ayant choisi de dénoncer un ou plusieurs autres participants, ou ayant été dénoncées par au moins un autre participant, parmi l'ensemble des observations.

Comme le montre le Tableau 3.9, la dénonciation est pourtant peu utilisée dans les expériences. Ainsi, dans l'ensemble des deux traitements où elle est autorisée, la dénonciation n'est utilisée que par 4.88% des observations. En raison des dénonciations multiples, 8.13% des participants se voient infliger une amende suite à ces dénonciations. C'est donc plus de la menace qu'elle constitue que de son pouvoir de sanction que la dénonciation tire son efficacité. L'usage qui en est fait reflète la stratégie de silence collusif. La dénonciation vise en effet très majoritairement (plus de 78% des dénonciations) des participants qui choisissent le prix minimum de profits non négatifs. Ce comportement de tarification est considéré par les dénonciateurs comme une déviation par rapport au prix collusif, correspondant au prix qu'eux-même choisissent, supérieur à 6 pour 75% des dénonciateurs.

Au total, la réaction des comportements d'évasion et de tarification aux variations de l'environnement semble assez cohérente avec l'analyse théorique. D'une part, la rentabilité de l'évasion porte une écrasante majorité de firmes à s'y livrer. Les profits qui en sont tirés – par l'intermédiaire du prix – sont, d'autre part, la résultante de deux forces opposées : toutes choses égales par ailleurs, l'intensité de la concurrence tend à abaisser le prix choisi par les firmes comme le prix d'équilibre sur le marché ; la possibilité de dénoncer l'évasion s'oppose à ce premier effet et encourage des hausses de prix à travers (6.50) et 0.220 pour le troisième (pour un prix de marché moyen de 6.19). La représentation graphique du profil d'évolution de ces variables est fournie en Annexe, Graphique 3.B.

TABLEAU 3.10 – EVASION COLLUSIVE OBSERVÉE

Silence Collusif					
Collusion Tacite	Crédibilité		Intervalle		Total
	$\gamma > \gamma^F$	$\gamma < \gamma^F$	$R < 0$	$R > 0$	
$\gamma < \gamma^c$	4.6	15.7	11.2	20.3	14.6
$\gamma > \gamma^c$	1.2	10.1	1.2	10.1	7.3
Total	3.1	14.8	10.1	17.0	13.1

Note. Pourcentage d'observations pour lesquelles la variable *EC* est égale à 1 (évasion et prix choisi supérieur à 6). En %. *En ligne* : Robustesse à la collusion tacite ; *Colonne de gauche* : Crédibilité de la menace de dénonciation ; *Colonne de droite* : Intervalle de silence collusif.

l'usage d'une stratégie de silence collusif. La faiblesse de la concurrence et la menace de dénonciation tendent ainsi à encourager l'évasion collusive.

Ces deux effets sont pris en compte dans le modèle par les variables de robustesse à la collusion tacite et de crédibilité de la menace de dénonciation. Comme le résume la Prédiction 3.2, le modèle théorique prédit en effet que, conditionnellement à l'évasion, le prix choisi peut être collusif si le marché n'est pas robuste à la collusion tacite ($\gamma < \gamma^c$) ou lorsque la dénonciation de l'évasion est une menace crédible ($\gamma < \gamma^F$). Quand seule la seconde condition est vérifiée, la dénonciation permet au marché de mettre en oeuvre un prix de collusion, fondé sur l'évasion, malgré sa robustesse à la collusion tacite. L'intervalle de silence collusif mesure cet élargissement de l'éventail des accords de collusion pouvant être mis en oeuvre.

Chacune de ces deux caractéristiques permet au marché de mettre en oeuvre une évasion collusive, par laquelle maintenir un prix de collusion permet de dégager des profits positif de l'évasion. Le recours à cette stratégie est mesuré par une variable indicatrice, *EC* (*Evasion Collusive*), prenant la valeur 1 lorsqu'une firme choisit simultanément l'évasion et un prix collusif. Pour construire cette variable, un prix est considéré comme collusif s'il est supérieur au prix minimum garantissant des profits non-nuls, égal à 6 dans l'expérience (voir (3.10) ci-dessous pour une définition formelle).

Le Tableau 3.10 propose un premier aperçu de la performance des variables identifiées dans le modèle comme pertinentes pour expliquer le recours au silence collusif. Chaque cellule du tableau correspond à la proportion d'observations pour lesquelles $EC = 1$, en fonction du degré de robustesse à la collusion tacite et de crédibilité de la menace, telles que décrites dans le Tableau 3.3. Le taux d'évasion collusive apparaît d'abord fortement décroissant de la robustesse du marché à la collusion tacite, passant de 15% à 7% lorsque le marché devient robuste. La crédibilité de la menace de dénonciation – et par conséquent l'intervalle de silence collusif – tend elle aussi, ensuite, à encourager l'évasion collusive qui s'élève à moins de 3% lorsque la dénonciation n'est pas une menace crédible à près de 15% lorsqu'elle le devient. Ces deux effets tendent, enfin, à se renforcer mutuellement, le taux d'évasion collusive étant d'autant plus élevé lorsque le marché est robuste à la collusion tacite (respectivement lorsque la menace de dénonciation est crédible) que la dénonciation est par surcroît une menace crédible (resp. que le marché est non robuste à la collusion tacite).

Le comportement observé dans les expériences semble être conforme aux attentes, en termes d'évasion fiscale (rentable en toutes circonstances tant que le prix reste supérieur ou égal à 6) comme de facteurs facilitant l'évasion collusive. La prochaine section propose une analyse formelle du lien entre ces tendances et l'analyse théorique.

3.4.3 Conditions de mise en œuvre de l'évasion collusive

Lorsque l'évasion collusive constitue un équilibre du marché, la multiplicité des prix collusifs qui peuvent lui être associés laisse aux marchés expérimentaux le libre choix du prix sélectionné. Si le modèle prédit les conditions favorisant l'émergence de l'évasion collusive, le choix du prix qui accompagne l'évasion dans cette stratégie est donc essentiellement un problème empirique, qui découle de la coordination entre les firmes. En conséquence, le modèle économétrique est spécifié selon deux dimensions, qui distinguent l'émergence de l'évasion et la sélection du prix collusif. L'évasion collusive

est modélisée comme un choix binaire, conditionnellement auquel les firmes choisissent le niveau du prix associé.

a) Emergence de l'évasion collusive

Le recours à une stratégie d'évasion collusive est mesuré par la variable binaire EC , présentée ci-dessus (Section 3.4.2), décrivant les décisions de la firme i à la période t selon :

$$EC_i^t = \begin{cases} 1 & \text{si } \{p_i^t > 6; W_i^t = w\} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (3.10)$$

En notant $I[C]$ la variable indicatrice de la validité de la condition C , le modèle théorique prédit que la probabilité de recourir à l'évasion collusive est décroissante de $I[\gamma > \gamma^c]$ (robustesse à la collusion tacite) et croissante de $I[\gamma^F > \gamma]$ (crédibilité de la menace de dénonciation). La propension à utiliser la stratégie d'évasion collusive est modélisée comme une variable latente, EC_i^{t*} , déterminée par ces conditions théoriques et un certain nombre de caractéristiques observables (période de jeu, sexe, âge, ...) réunies dans le vecteur X . La propension à recourir au silence collusif est alors expliquée par l'équation latente : $EC_i^{t*} = \beta_0 + \beta_c I[\gamma > \gamma^c] + \beta_F I[\gamma^F > \gamma] + \delta_{EC} X_{i,t}$. Comme le résume la Prédiction 3.2, le modèle théorique se traduit dans cette équation par l'espace de paramètres : $\{\beta_c < 0; \beta_F > 0\}$.

Les paramètres sont estimés en s'appuyant sur le comportement d'évasion collusive observé, selon la relation :

$$EC_i^t = \begin{cases} 1 & \text{si } EC_i^{t*} \geq 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (3.11)$$

$$EC_i^{t*} = \beta_0 + \beta_c I[\gamma > \gamma^c] + \beta_F I[\gamma^F > \gamma] + \delta_{EC} X_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

Si le terme d'erreur du modèle, $\epsilon_{i,t}$, est supposé i.i.d. entre les observations et de loi normale centrée réduite, l'équation (3.11) définit un Probit dichotomique. L'hétérogénéité inobservable est cependant incorporée en considérant un modèle à erreurs composées :

$$\epsilon_i^t = u_i + \omega_{i,t} \equiv N(\mathbf{0}, \Sigma), \quad \Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_u & \rho \\ \rho & 1 \end{pmatrix} \quad (3.12)$$

Dans cette expression, le terme $\omega_{i,t}$ est un terme d'erreur i.i.d de loi normale, supposé centré et réduit pour assurer l'identification du modèle. Le terme aléatoire u_i , également de loi normale, représente la distribution de l'hétérogénéité inobservable entre les individus (Hausman & Taylor, 1981). Outre les caractéristiques observables contenues dans le vecteur X , des variables de contrôle sont également incluses pour tenir compte de la dynamique propre aux marchés.²⁴ Le modèle est estimé par la méthode du maximum de vraisemblance en information complète.

Les variables incluses dans le vecteur X reflètent les caractéristiques individuelles des participants (*Age* ; variable indicatrice de *Sexe*, valant 1 pour un homme ; *Education* post-bac en années), les caractéristiques du marché auquel ils appartiennent (*Taille du groupe*) ainsi que des variables qui reflètent la dynamique de l'interaction. L'effet du temps est ainsi pris en compte par deux variables, égales au numéro de la période au sein d'un traitement (*Round*) et dans l'ensemble de l'expérience (*Période*). L'usage effectif de la dénonciation est incorporé en incluant des variables indiquant qu'un participant a été dénoncé (*Participant dénoncé*) ou dénonciateur (*Participant dénonciateur*) à la période précédente.

Les résultats de l'estimation du probit à effets individuels aléatoires définit en (3.11)

²⁴L'inclusion d'effets fixes dans les modèles non-linéaires peut poser d'importants problèmes à la fois pratiques (nombre de paramètres estimés) et théoriques (convergence des estimateurs) en fonction de la taille de la dimension individuelle et temporelle des données (Greene, 2004). Le premier problème est très limité dans notre cas, où seuls 22 effets fixes de marché sont à estimer. La dimension temporelle (18 périodes) excède en outre la limite inférieure (8) généralement admise comme suffisante à rendre négligeable le biais éventuel (Heckman, 1981).

TABLEAU 3.11 – EVASION COLLUSIVE

Variable	Coefficient	(Ecart-type)
Probabilité d'évasion collusive (Probit, variable endogène : <i>EC</i>)		
$I[\gamma > \gamma^c]$	-1.222***	(0.419)
$I[\gamma^F > \gamma]$	0.494*	(0.281)
<i>Participant dénonciateur</i>	0.328***	(0.113)
<i>Participant dénoncé</i>	0.321*	(0.194)
<i>Age</i>	0.179	(0.146)
<i>Sexe</i>	0.353	(0.235)
<i>Education</i>	-0.264	(0.258)
<i>Période</i>	-0.005	(0.015)
<i>Round</i>	-0.067*	(0.040)
<i>Taille du groupe</i>	-0.004	(0.217)
<i>Constante</i>	-4.310	(2.746)
<i>Contrôles fixes Marchés</i>		<i>oui</i>
Distributions Estimées		
$\hat{\sigma}$	0.433	(0.105)
$\hat{\rho}$	0.158***	(0.0643)

Niveaux de signification : *** 10%, ** 5%, * 1%.

Note. Probit à effets individuels aléatoires. La variable endogène (*EC*) vaut 1 lorsqu'une observation a choisi l'évasion collusive (évasion et prix choisi supérieur à 6). L'hétérogénéité inobservable individuelle est incorporée par un effet aléatoire, propre aux participants. La variable $I[\gamma > \gamma^c]$ vaut 1 si le marché est robuste à la collusion tacite, la variable $I[\gamma^F > \gamma]$ indique que la menace de dénonciation est crédible. *Participant dénonciateur* indique que l'observation a dénoncé au moins un autre participant à la période précédente, *Participant dénoncé* qu'elle a été dénoncée par au moins un autre participant à la période précédente. L'*Age* est mesuré en années; la variable *Sexe* indique que le participant est un homme; la variable *Education* mesure le nombre d'années d'études après bac. La variable *Période* mesure le passage du temps dans l'ensemble de l'expérience; la variable *Round* le passage du temps dans chaque traitement (réinitialisée en début de traitement). La *Taille du groupe* est pour chaque participant, égal à la taille de son groupe d'appartenance dans l'expérience.

et (3.12) sont présentés dans le Tableau 3.11. Comme le laissait présager l'analyse descriptive présentée ci-dessus, la robustesse à la collusion tacite comme la crédibilité de la menace de dénonciation influencent significativement la probabilité de recourir à l'évasion collusive : les paramètres estimés correspondants (respectivement $\hat{\beta}_c$ et $\hat{\beta}_F$) sont significatifs et ont le signe attendu. Lorsqu'elle est utilisée, la dénonciation conduit les firmes qui en sont la cible (*Participant dénoncé*) à adopter la stratégie d'évasion collusive. Cet effet est anticipé par les participants, puisqu'un participant dénonciateur a une forte probabilité d'adopter l'évasion collusive suite à la mise en œuvre de la menace.

Observation 3.2. *Un marché peut mettre en œuvre l'évasion collusive d'autant plus facilement qu'il n'est pas robuste à la collusion tacite et que la dénonciation est une menace crédible.*

Cette première spécification apporte une confirmation supplémentaire du rôle joué par les mécanismes identifiés dans le modèle. Elle laisse cependant inexplicée la coordination qui conduit à sélectionner le prix incorporé par les firmes dans leur stratégie d'évasion collusive.

b) Evasion collusive et coordination

La stratégie d'évasion collusive consiste à associer un prix collusif à l'évasion. Le niveau du prix choisi par une firme dans cette stratégie est donc par définition borné inférieurement par la valeur seuil qui permet de qualifier un prix de collusif (fixé à 6 dans le modèle économétrique). Le prix choisi conditionnellement à l'évasion collusive p_i^t est donc à son tour modélisé comme une variable latente, notée p_i^{t*} , qui n'est observée que lorsque la firme recourt au silence collusif. La robustesse à la collusion tacite et la menace de dénonciation sont théoriquement neutres sur ce choix. Les variables correspondantes (respectivement $I[\gamma^F > \gamma]$ et $I[\gamma^F > \gamma]$) sont cependant incluses dans l'équation latente

à titre de contrôle. S'y ajoutent des variables observables décrivant les caractéristiques des firmes, du marché et de l'environnement, regroupées dans la matrice Z_i^t . L'équation qui modélise le choix du niveau du prix par les firmes s'écrit donc :

$$p_i^t = \begin{cases} p_i^{t*} & \text{si } EC_i^{t*} = 1 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (3.13)$$

$$p_i^{t*} = \mu_0 + \mu_c I[\gamma^F > \gamma] + \mu_F I[\gamma^F > \gamma] + \delta_p Z_{i,t} + v_{i,t}$$

où $v_{i,t}$ est une variable aléatoire de loi normale centrée et d'écart-type σ . Si des facteurs inobservables expliquent simultanément la propension au silence collusif et la coordination sur le niveau du prix, les termes d'erreur des modèles (3.11) et (3.13) sont corrélés. On suppose donc que les termes $v_{i,t}$ et $\epsilon_{i,t}$ suivent une loi normale bivariée : $N(\mathbf{0}, \Omega)$, $\Omega = \begin{pmatrix} \sigma & \rho_p \\ \rho_p & 1 \end{pmatrix}$ où ρ_p mesure la corrélation entre l'équation de sélection (3.11) et l'équation d'intensité (3.13).

En toute généralité, les équations (3.11) et (3.13) définissent un Tobit type II (Ame-miya, 1984, initialement développé par Heckman, 1978) qui permet de distinguer les déterminants du processus de sélection (choix de l'évasion collusive), contenus dans X , et les facteurs qui influencent le choix d'intensité conditionnellement à la participation (prix collusif) notés Z . Le modèle théorique reste cependant silencieux sur le processus de coordination lui-même. L'ensemble des variables considérées dans l'estimation de la section précédente, X , sont donc *a priori* candidates à être incluses dans Z . Dans ce cas, toutes les variables sont communes aux deux équations. C'est alors la non-linéarité du modèle qui permet d'en identifier les paramètres. Bien que valide, la non linéarité produit une identification faible en l'absence de restrictions d'exclusion (Honoré, Vella & Verbeek, 2005). A cet égard la variable *Period*, mesurant le passage du temps dans l'ensemble de l'expérience, paraît être le choix d'exclusion le plus naturel. Alors qu'elle semble n'apporter aucune information sur la propension à utiliser une stratégie d'évasion collusive (Tableau 3.11), cette variable décrit en effet le rythme de répétition du jeu,

connu pour son effet important sur la capacité des joueurs à se coordonner (Berninghaus & Ehrhart, 1998). Cette variable est donc incluse uniquement dans les explicatives Z afin de faciliter l'identification du modèle.

Les résultats issus de différentes spécifications du modèle sont présentés dans le Tableau 3.12. Le modèle est estimé à partir des données produites par les expériences, comprenant 22 marchés expérimentaux composés dans leur ensemble de 72 individus. Cette taille d'échantillon relativement faible contraint de façon importante l'identification empirique du modèle. En particulier, le modèle n'est empiriquement identifié qu'à condition d'exclure l'hétérogénéité inobservable – entre individus et entre marchés – de l'équation de sélection. Cet aspect a cependant été intégré dans la section précédente. Au regard de la comparaison entre les Tableaux 3.11 et 3.12, les paramètres estimés semblent assez peu sensibles à cette exclusion de l'hétérogénéité inobservable.

Les paramètres de l'équation consacrée à l'évasion collusive (moitié supérieure du Tableau 3.12) sont en effet très similaires, tant en termes de signes que de significativité, à ceux du Probit commentés plus haut. Négliger l'hétérogénéité inobservable reporte cependant une partie de la variation de l'endogène sur les caractéristiques observables des individus, telles que le sexe.

La moitié inférieure du tableau présente les paramètres estimés de l'équation de prix. L'introduction progressive de l'hétérogénéité inobservable (de gauche à droite, sous forme de variables de contrôle) rend de moins en moins performantes les variables d'hétérogénéité observables. De même, l'influence de la période de jeu tend à s'effacer lorsque les effets fixes individuels et de marchés sont inclus.

Dans l'ensemble, une très faible proportion des variables utilisées s'avère capable d'expliquer le niveau du prix choisi. La taille de l'industrie et l'usage que font les participants de la dénonciation constituent une exception importante. L'effet de la taille de l'industrie sur le niveau du prix est très instable, et devient fortement significatif

TABLEAU 3.12 – EVASION COLLUSIVE ET COORDINATION

	Coefficient	<i>t</i>	Coefficient	<i>t</i>	Coefficient	<i>t</i>
Probabilité d'évasion collusive (Probit, variable endogène : EC)						
$I[\gamma > \gamma^c]$	-1.136**	-2.44	-1.132**	-2.45	-1.133**	-2.45
$I[\gamma^F > \gamma]$	0.410*	1.88	0.410*	1.88	0.410*	1.88
<i>Participant dénonciateur</i>	0.458***	4.66	0.456***	4.70	0.456***	4.70
<i>Participant dénoncé</i>	0.560***	3.60	0.560***	3.60	0.560***	3.60
<i>Age</i>	-0.050	-0.79	-0.050	-0.78	-0.050	-0.78
<i>Sexe</i>	0.573***	5.52	0.572***	5.51	0.572***	5.51
<i>Education</i>	0.097	0.80	0.097	0.79	0.097	0.79
<i>Round</i>	-0.051*	-1.79	-0.050*	-1.78	-0.050*	-1.78
<i>Taille du groupe</i>	-0.113	-1.14	-0.113	-1.14	-0.113	-1.14
<i>Constante</i>	-0.584	-0.52	-0.582	-0.52	-0.582	-0.52
Sélection de l'équilibre (Tobit, variable endogène : <i>p</i>)						
$I[\gamma > \gamma^c]$	-0.673*	-1.66	-0.610	-1.12	-0.610	-1.12
$I[\gamma^F > \gamma]$	0.161	0.35	0.353	0.61	0.353	0.61
<i>Participant dénonciateur</i>	0.211	0.91	0.142	0.95	0.142	0.95
<i>Participant dénoncé</i>	0.901***	3.34	0.561***	2.89	0.561***	2.89
<i>Age</i>	0.266*	1.85	0.140	0.28	0.134	1.02
<i>Sexe</i>	-0.338	-1.08	-0.041	-0.16	0.098	0.39
<i>Education</i>	-0.762***	-3.01	-0.206	-0.28	-0.304	-1.22
<i>Période</i>	0.067*	1.74	0.064	1.34	0.064	1.34
<i>Round</i>	0.078	1.00	0.033	0.45	0.033	0.45
<i>Taille du groupe</i>	-0.128	-0.63	0.353	1.13	0.701***	2.72
<i>Constante</i>	5.997***	2.62	3.038	0.35	2.373	1.07
<i>Contrôles Individuels</i>	-	-	oui		oui	
<i>Contrôles Marchés</i>	-	-	-	-	oui	
Distributions estimées						
$\hat{\sigma}$	1.535	-	1.192	-	1.206	-
$\hat{\rho}$	-0.193**	3.85 ^b	-0.030	0.300	-0.018	0.06

Niveaux de signification : *** 10%, ** 5%, * 1%.

^b Test de Wald d'indépendance des équations estimées.

Note. Tobit Type II. *Moitié supérieure* : Variable endogène (*EC*) valant 1 lorsqu'une observation a choisit l'évasion collusive (évasion et prix choisi supérieur à 6). *Moitié inférieure* : Variable endogène égale au prix choisi, conditionnellement à *EC* = 1. La variable $I[\gamma > \gamma^c]$ vaut 1 si le marché est robuste à la collusion tacite, la variable $I[\gamma^F > \gamma]$ indique que la menace de dénonciation est crédible. *Participant dénonciateur* indique que l'observation a dénoncé au moins un autre participant à la période précédente, *Participant dénoncé* qu'elle a été dénoncée par au moins un autre participant à la période précédente. L'*Age* est mesuré en années ; la variable *Sexe* indique que le participant est un homme ; la variable *Education* mesure le nombre d'années d'études après bac. La variable *Période* mesure le passage du temps dans l'ensemble de l'expérience ; la variable *Round* le passage du temps dans chaque traitement (réinitialisée en début de traitement). La *Taille du groupe* est égale, pour chaque participant, à la taille de son groupe d'appartenance dans l'expérience.

lorsque les effets fixes de marché sont ajoutés au modèle. Le paramètre estimé suggère une corrélation positive entre la taille de l'industrie et le niveau du prix choisi par une firme conditionnellement à la stratégie d'évasion collusive. A mesure que l'effet de la taille de l'industrie devient positif, il faut cependant remarquer que la constante du modèle diminue régulièrement, jusqu'à devenir non significative. Compte tenu de la très faible variabilité de la taille du groupe parmi les observations qui ont choisi l'évasion collusive²⁵ le fait que la taille de l'industrie joue progressivement le rôle de constante pourrait expliquer ce résultat contre-intuitif. L'effet de la dénonciation effective est, quant à elle, conforme aux attentes. Toutes choses égales par ailleurs, un participant qui a été dénoncé à la période précédente tend à accroître le prix collusif choisi. Cette observation confirme que la dénonciation est un instrument puissant de coordination, mis au service de la collusion. Les résultats de l'équation de sélection ont en effet montré que l'usage effectif de la dénonciation – comme la menace qu'elle constitue – encourage le recours à l'évasion collusive non seulement pour le participant dénoncé mais également pour le participant dénonciateur. Ce comportement peut s'interpréter comme une anticipation de l'effet de la dénonciation sur le participant dénoncé, et cette observation confirme donc la validité de cette anticipation.

Au total, les résultats d'estimation quant au choix du prix collusif sont très sensibles à l'inclusion de l'hétérogénéité. Le choix du niveau du prix conditionnellement à l'évasion semble donc principalement dépendre des caractéristiques des individus qui interagissent plutôt que de l'environnement économique. Au regard de la comparaison entre les deuxième et troisième colonne du Tableau 3.12, l'introduction de l'hétérogénéité individuelle affecte peu les résultats. Il semble donc, plus précisément, que le niveau du prix dépende essentiellement de la dynamique du marché qui résulte de l'interaction.

Surtout, la robustesse à la collusion tacite comme la crédibilité de la menace de

²⁵La taille moyenne des marchés qui sont dans ce cas est de 3.2, sa variance de 0.60. Avec un taux d'évasion collusive moyen de 14%, seules 23 observations d'évasion collusive dans des groupes de taille supérieure à 3 subsistent.

dénonciation sont, elles-aussi, fortement non significatives dès que l'hétérogénéité des marchés est prise en compte. Ce dernier résultat confirme que la portée du modèle théorique proposé se limite aux conditions d'émergence de l'évasion collusive, faisant du choix du niveau de prix un problème de coordination entre les firmes qui composent le marché. De ce point de vue, les firmes tendent à outre-passer la référence naturelle que constitue l'équilibre concurrentiel légal en se coordonnant sur un prix qui lui est inférieur. L'équilibre sélectionné est donc différent de l'état d'évasion collusive qui a servi d'illustration à la présentation du modèle théorique.

Observation 3.3. *L'interaction entre les firmes conduit à choisir un prix supérieur au prix de profit nul avec évasion, mais inférieur au prix de l'équilibre concurrentiel légal.*

Les comportements observés sur les marchés expérimentaux confirment donc la portée empirique de la malédiction de Bertrand ainsi que les conditions d'émergence de l'évasion collusive. Ils montrent également, cependant, la difficulté à modéliser la coordination entre les firmes, d'où résulte le choix du prix de marché.²⁶ Le prix de l'équilibre concurrentiel légal, en particulier, ne constitue pas le point focal naturel que l'intuition suggérerait.

3.5 Conclusion

Afin d'évaluer l'efficacité potentielle de l'introduction de dispositions facilitant la dénonciation du travail illégal, ce chapitre a proposé une analyse théorique et expérimentale des déterminants de la demande de travail au noir qui émane des producteurs. Dans les termes de l'analyse économique du crime, la spécificité de la demande de tra-

²⁶Dans un environnement expérimental de concurrence à la Bertrand, Abbink & Brandts (2004) rencontrent des difficultés similaires. Ils proposent une discussion approfondie des explications possibles, en termes de point focal ou d'imitation

vail au noir tient à ce que le bénéfice de l'illégalité dépend du comportement des firmes concurrentes. Exploitant cet aspect, l'analyse théorique a d'abord établi que l'intensité de la concurrence encourage le recours au travail au noir mais tend à en éliminer tout bénéfice pour les producteurs.

Cet effet pervers de la concurrence (appelé *malédiction de Bertrand*) ne peut être combattu que partiellement. La rentabilité de l'évasion reste en effet, en toutes circonstances, un motif suffisant pour conduire les producteurs à s'y livrer. Le modèle théorique a cependant isolé deux conditions qui affectent la dynamique du marché et peuvent faire en sorte que cette rentabilité résiste aux forces de la concurrence. D'une part, conformément aux résultats classiques de l'économie industrielle, la collusion tacite permet aux firmes de maintenir durablement un prix supérieur à celui qui annule les profits. Loin de rétablir la légalité du travail sur le marché, la dénonciation renforce d'autre part les possibilités de collusion tacite. Lorsque son usage est crédible (c'est à dire suffisamment peu coûteux) la dénonciation constitue une menace qui facilite la conclusion d'un accord entre les firmes et s'ajoute aux stratégies de punition traditionnellement considérées dans les analyses consacrées à la collusion. Les producteurs s'appuient alors sur une stratégie de *silence collusif*, ne faisant usage de la dénonciation que lorsqu'un concurrent cesse de coopérer. Les programmes de clémence, qui rendent moins coûteux l'exercice de la dénonciation, apparaissent dans ce cadre comme un instrument contre-productif offrant aux fraudeurs un moyen d'améliorer la rentabilité de la fraude.

Chacun de ces deux mécanismes assurent aux producteurs qui choisissent la fraude des profits positifs. Dans ce scénario d'*évasion collusive*, le fonctionnement du marché à un prix relativement faible (*i.e.* proche des coûts légaux) n'est alors qu'une illusion de légalité. L'observation des marchés expérimentaux corrobore ces prédictions théoriques. La rentabilité de la fraude conduit dans un premier temps à une évasion très largement répandue. La concurrence tend cependant, dans un second temps, à contre-carrer cette rentabilité en forçant la diminution du prix jusqu'à annulation des profits espérés. La

collusion tacite et le silence collusif s'opposent à cette dynamique et permettent de maintenir la rentabilité de l'évasion. L'intensité de la concurrence reste pourtant une force puissante, qui conduit les producteurs à choisir un prix de vente inférieur au coût légal. La portée de ces résultats est en partie restreinte par la taille de l'échantillon utilisé. De nouvelles expériences semblent donc nécessaires pour confirmer ces résultats encourageants. Accroître le nombre d'observations pourrait permettre, en outre, d'approfondir l'analyse quant aux déterminants de la coordination par laquelle les firmes sélectionnent un prix de collusion.

L'analyse théorique a par ailleurs été conduite en retenant l'hypothèse d'homogénéité des firmes. L'aversion au risque ou, plus encore, le coût moral de la fraude (Cummings, Martinez-Vazquez, McKee & *al.*, 2005) constituent pourtant autant de sources potentielles d'hétérogénéité, que des développements ultérieurs devraient prendre en compte. Dans notre cadre, la principale conséquence de cette hypothèse réside dans la symétrie des stratégies d'évasion sur le marché. Le degré d'information des firmes sur les coûts de leurs concurrentes est alors non pertinent dans l'analyse. Si les firmes sont susceptibles de faire des choix d'évasion différents, au contraire, la demande de travail au noir peut conduire à un marché où les firmes sont confrontées à une incertitude sur le coût de leurs concurrentes.

Cette propriété modifierait de façon importante l'analyse du modèle et, en particulier, les possibilités de collusion offertes par le travail au noir. Spulber (1995) montre ainsi que l'incertitude sur les coûts facilite considérablement l'obtention de profits positifs. Dans le cadre de notre analyse, ce résultat, qui a reçu récemment une première confirmation expérimentale (Abbink & Brandts, 2005), impliquerait donc que l'hétérogénéité des stratégies d'évasion est une force supplémentaire facilitant le maintien de la rentabilité de la fraude. L'hétérogénéité des choix d'évasion écarterait donc l'analyse du cadre traditionnel du modèle de Bertrand. La stratégie de cliquet ne concorde plus, dans ce cas, avec la stratégie optimale. Une généralisation naturelle de notre analyse consisterait donc également à considérer les possibilités de collusion offertes par des

stratégies de punition de carotte et bâton. Dans ce cadre, Billette de Villemeur, Flochel & Versaevel (2004) montrent que le coût marginal et la durée de la punition sont des substituts dans la mise en oeuvre des accords de collusion. Ils sont alors d'autant plus faciles à mettre en oeuvre que le coût marginal est élevé. Le choix du travail au noir tendrait donc à réduire la capacité du marché à maintenir la rentabilité de l'évasion. Ce dernier effet s'oppose au premier et rend nécessaire une nouvelle analyse pour lever les ambiguïtés quant à l'effet attendu d'une hétérogénéité des coûts sur les déterminants de la demande de travail au noir.

Annexes

3.A Instructions de l'expérience

Les instructions présentées ci-dessous sont lues aux participants au début de l'expérience. Ils disposent pendant la lecture du tableau résumant la fonction de demande, présenté dans le Tableau 3.A. La prise de décision au cours de l'expérience se fait à l'aide d'une interface graphique dont le Graphique 3.A propose une capture d'écran.

Instructions

Vous allez participer à une expérimentation qui s'inscrit dans un programme de recherche scientifique soutenu conjointement par l'Agence Centrale des Organismes de Sécurité Sociale et le Centre National de la Recherche Scientifique. Lors de cette session, vous allez gagner une certaine somme d'argent. Vos gains dépendent de vos décisions et des décisions des autres participants avec lesquels vous interagirez.

Le déroulement de la session expérimentale

L'expérimentation se déroulera en trois parties. Chaque partie contient plusieurs périodes. Au début de l'expérimentation, des groupes de tailles différentes sont formés au hasard. Vous êtes alors informés de la taille de votre groupe d'appartenance ; la composition et la taille de votre groupe restent inchangées tout au long de la session expérimentale.

Votre gain s'exprime en ECU (Experimental Currency Unit) ; à la fin de la session expérimentale, votre gain en ECU sera transformé en Euro (€). Vous pourrez éventuellement subir des pertes en ECU sur certaines périodes mais vous ne pourrez pas achever la session expérimentale avec des gains négatifs en ECU et a fortiori en Euros.

Les règles qui suivent décrivent le déroulement de chaque période de la première partie. De nouvelles règles vous seront successivement présentées pour les parties 2 et 3.

Le déroulement d'une période

Au début de chaque période, chaque participant doit prendre successivement deux décisions :

1. Tout d'abord une décision sur **la forme des coûts** qu'il devra supporter.
2. Puis une décision qui lui permettra de **gagner des points**.

1. En ce qui concerne la forme des coûts que vous devrez supporter, vous avez le choix entre deux options :

- **L'option A** : le coût de chaque point est de $5 \cdot (1 + 0,8) = 9$
- **L'option B** : le niveau des coûts est aléatoire :
 - Vous avez 95 chances sur 100 que le **coût de chaque point** soit de 5
 - Vous avez 5 chances sur 100 de subir directement **un coût en ECU de 20 ECU** (sans aucun gain en points).

2. En ce qui concerne vos gains en points, vous devez choisir un nombre n compris entre 5 et 19.

- Soit le nombre n que vous avez choisi **n'est pas le plus petit** parmi la liste des nombres choisis par les participants de votre groupe : **votre gain en point est nul.**
- Soit le nombre n que vous avez choisi **est le plus petit** parmi la liste des nombres choisis par les participants de votre groupe : **votre gain en point est donné par le tableau en annexe.**

Les deux décisions précédentes (sur les coûts par points et les gains en points), vous permettent dès lors de déterminer **le nombre d'ECU que vous avez gagné au cours de cette période** : à l'exception du cas où vous subissez directement un coût de 20 ECU (avec un gain en points nul), il vous suffit dans un premier temps de calculer l'écart entre la valeur n et **le coût de chaque point** ; puis de multiplier cet écart par **votre gain en points**.

Exemple 1 :

Vous choisissez l'option **A** : votre coût pour chaque point est donc de **9**.

Vous choisissez $n = 11$.

Ce nombre $n = 11$ que vous avez choisi **n'est pas le plus petit** parmi la liste des nombres choisis par les participants de votre groupe : **votre gain en points est nul.**

Les ECU que vous gagnez au cours de cette période sont alors de $(11 - 9) \cdot 0 = 0$.

Exemple 2 :

Vous choisissez l'option **A** : votre coût pour chaque point est donc de **9**.

Vous choisissez $n = 11$.

Ce nombre $n = 11$ que vous avez choisi **est le plus petit** parmi la liste des nombres choisis par les participants de votre groupe et 3 participants (dont vous-même) l'ont choisi. Les gains en points pour chacun de ces participants sont donc : **6** comme l'indique le tableau.

Les ECU que vous gagnez au cours de cette période sont alors de $(11 - 9) \cdot 6 = 12$.

Exemple 3 :

Vous choisissez l'option **B**.

Vous choisissez $n = 11$.

Ce nombre $n = 11$ que vous avez choisi **est le plus petit** parmi la liste des nombres choisis par les participants de votre groupe et 2 participants (dont vous-même) l'ont choisi. Les gains en points pour chacun de ces participants sont donc : **9** comme l'indique le tableau.

- Si le tirage au sort vous indique que votre coût pour chaque point est de **5**. *Les ECU que vous gagnez au cours de cette période sont alors de $(11 - 5) \cdot 9 = 54$.*

- Si le tirage au sort vous attribue directement un coût de 20 ECU. *Les ECU que vous perdez au cours de cette période sont alors de -20 .*

Quelle information vous avez sur les décisions des autres ?

A l'issue de la deuxième décision, chacun voit d'abord sur son écran la liste des nombres n que chaque participant de son groupe a choisi. Votre propre décision apparaît grisée sur l'écran.

De plus, si lors de la première décision vous avez choisi l'**option B** pour déterminer la forme de vos coûts, vous voyez sur votre écran à côté du nombre n de chaque participant de votre groupe, son choix entre **les options A ou B**.

L'ordre dans lequel la liste des participants de votre groupe apparaît change à chaque période. Ainsi le participant qui apparaît au début de la liste au cours de la première période peut, au cours de la deuxième période, apparaître à la fin ou en deuxième position, etc.

A la fin de chaque période, vous êtes informé du nombre d'ECU acquis au cours de la période.

Quelles informations sur votre écran concernant les périodes ?

Sur l'écran de votre ordinateur, trois zones seront présentes :

- La première vous informe de la progression de la période en cours ;
- La deuxième vous permet de prendre vos décisions ;
- La troisième vous rappelle les décisions des périodes précédentes.

Le passage d'une période à une autre

A la fin de chaque période, un tirage au sort permet ou pas de passer à une nouvelle période. Avec 75 chances sur 100 une nouvelle période commence et donc avec 25 chances sur 100 la partie s'arrête (pour tout le monde). Lorsque la partie 1 (ou la partie 2) s'achève, vous passez à la partie 2 (ou la partie 3).

Le calcul de vos gains en ECU et de sa valeur en €

A la fin de l'expérimentation (fin de la partie 3), nous calculerons le total de vos ECU sur toutes les périodes des trois parties. Ce total augmente si votre gain pour la période a été positif et diminue si votre gain pour la période a été négatif (le gain de la période qui s'affiche à l'écran apparaît alors avec un " - "). Ce total sera converti en Euro (€) sur la base de

$$15 \text{ ECU} = 1 \text{ €}$$

A cela s'ajoute une indemnité forfaitaire de participation de **2 €**. Cette somme vous sera payée individuellement en espèce et de façon privée juste avant de quitter la salle d'expérimentation. **Quels que soient vos gains, vous ne pouvez pas perdre d'argent.**

Nous vous encourageons à prendre quelques minutes pour relire les instructions. Si vous avez des questions, s'il vous plaît, levez votre main, nous viendrons répondre à vos questions.

Pendant le déroulement de cette session expérimentale, il vous est demandé de ne pas poser de questions et de ne pas communiquer entre vous.

Merci de bien vouloir respecter ces consignes.

Avant de commencer la première partie, nous allons vous proposer de faire trois périodes d'essais sans aucun enjeu (avec les règles de la première partie décrites ci-dessus). **Pendant les périodes d'essai, les ECU ne sont pas comptabilisés : vous pouvez donc essayer toutes les décisions que vous souhaitez pour vérifier que vous avez bien compris ces instructions.**

Le déroulement de la deuxième partie

Qu'est ce qui change par rapport à la première partie ?

La deuxième partie est **identique** à la première, **sauf** en ce qui concerne l'élément suivant :

Après avoir pris votre décision sur n vous voyez sur votre écran, comme lors de la première partie, la liste des décisions des participants de votre groupe, vos propres décisions étant grisées. Durant la deuxième partie, sur cette liste, en face de chaque participant de votre groupe ayant choisi B, vous avez la possibilité de mettre **une coche**. Dans ce cas, **vous-même** et **chaque participant** de votre groupe que vous avez coché subissent directement **un coût de 20 ECU**, (sans aucun gain en points).

Dans tous les cas, chaque participant du groupe qui a choisi B et qui se voit attribuer directement **un coût de 20 ECU** sait si cela est dû

- Soit au hasard (il a en effet 5 chances sur 100 que cela survienne si personne ne l'a coché et qu'il n'a coché personne) ;
- Soit à la décision anonyme d'un autre participant du groupe qui a lui-même retenu l'option B ;
- Soit à sa propre décision de cocher un autre participant.

Exemple 1 :

Vous choisissez **l'option A** : vous ne pouvez pas voir les décisions entre A et B des autres, aucune case à cocher n'apparaît et personne ne peut vous cocher.

Exemple 2 :

Vous choisissez **l'option B** : vous voyez sur l'écran les décisions des autres : si tous ont choisi A, le seul B qui apparaisse est grisé (c'est votre décision). Dans ce cas vous ne pouvez cocher personne.

Exemple 3 :

Vous choisissez **l'option B** : vous voyez sur l'écran les décisions des autres participants de votre groupe et une case à cocher apparaît à côté de chaque participant qui a choisi l'option B.

Vous pouvez décider de ne cocher aucun participant. Si tous les participants de votre groupe qui ont choisi B font le même choix, chaque participant qui a choisi B :

- a 95 chances sur 100 que **le coût de chaque point** soit de 5 ;
- a 5 chances sur 100 de subir directement **un coût de 20 ECU**, (sans aucun gain en points).

Exemple 4 :

Vous choisissez **l'option B** : vous voyez sur l'écran toutes les décisions des participants de votre groupe, votre propre décision étant grisée. Vous décidez de cocher deux B. Dans ce cas, les deux participants ainsi cochés subissent directement **un coût de 20 ECU** (sans aucun gain en points). Vous-même subissez également directement **un coût de 20 ECU** (sans aucun gain en points). Si d'autres B non cochés subsistent, les participants correspondant sont soumis au hasard décrit dans l'exemple 3.

Exemple 5 :

Vous choisissez **l'option B**.

Vous choisissez **n = 11**.

Ce nombre **n=11** que vous avez choisi est **le plus petit** parmi la liste des nombres choisis par les participants de votre groupe et 2 participants (dont vous-même) l'ont choisi. Les gains en points pour chacun de ces participants sont donc : **9** comme l'indique le tableau. **Ces gains en points sont déterminés avant toute décision de cocher d'autres participants.**

Vous voyez apparaître la liste des décisions des participants de votre groupe et une case à cocher apparaît devant chaque participant qui a choisi l'option B. Si vous décidez :

- De ne cocher aucun participant et aucun participant ne vous coche. Si le tirage au sort vous indique que votre coût pour chaque point est de **5**.

Les ECU que vous gagnez au cours de cette période sont alors de $(11 - 5) \cdot 9 = 54$.

- De cocher un autre participant :

Les ECU que vous perdez au cours de cette période sont alors de -20.

- De ne cocher aucun participant mais un autre participant vous coche :

Les ECU que vous perdez au cours de cette période sont alors de -20.

Le déroulement de la troisième partie

Qu'est ce qui change par rapport à la deuxième partie ?

La troisième partie est **identique** à la deuxième partie :

En particulier, si lors de la première décision vous avez choisi B, vous voyez sur l'écran toutes les décisions des participants de votre groupe, votre propre décision étant grisée. Vous avez toujours la possibilité de mettre **une coche**. Dans ce cas, chaque participant de votre

groupe que vous avez coché subit **un coût de 20 ECU** (sans aucun gain en points).

Mais **ce qui change** par rapport à la deuxième partie est l'élément suivant :

En cochant au moins un B, vous ne subissez plus **un coût de 20 ECU**, mais seulement **un coût de 10 ECU**.

Exemple :

Vous choisissez **l'option B**.

Vous choisissez **$n = 11$** .

Ce nombre **$n = 11$** que vous avez choisi **est le plus petit** parmi la liste des nombres choisis par les participants de votre groupe et 2 participants (dont vous-même) l'ont choisi. Les gains en points pour chacun de ces participants sont donc : **9** comme l'indique le tableau.

Vous voyez apparaître la liste des décisions des participants de votre groupe et vous décidez :

- De ne cocher aucun participant et aucun participant ne vous coche.

Si le tirage au sort vous indique que votre coût pour chaque point est de **5**.

Les ECU que vous gagnez au cours de cette période sont alors de $(11 - 5) \cdot 9 = 54$.

- De cocher un autre participant et personne ne vous coche :

*Les ECU que vous perdez au cours de cette période sont alors de **-10**.*

- De cocher un autre participant et un autre participant vous coche :

Les ECU que vous perdez au cours de cette période sont alors de **-10**.

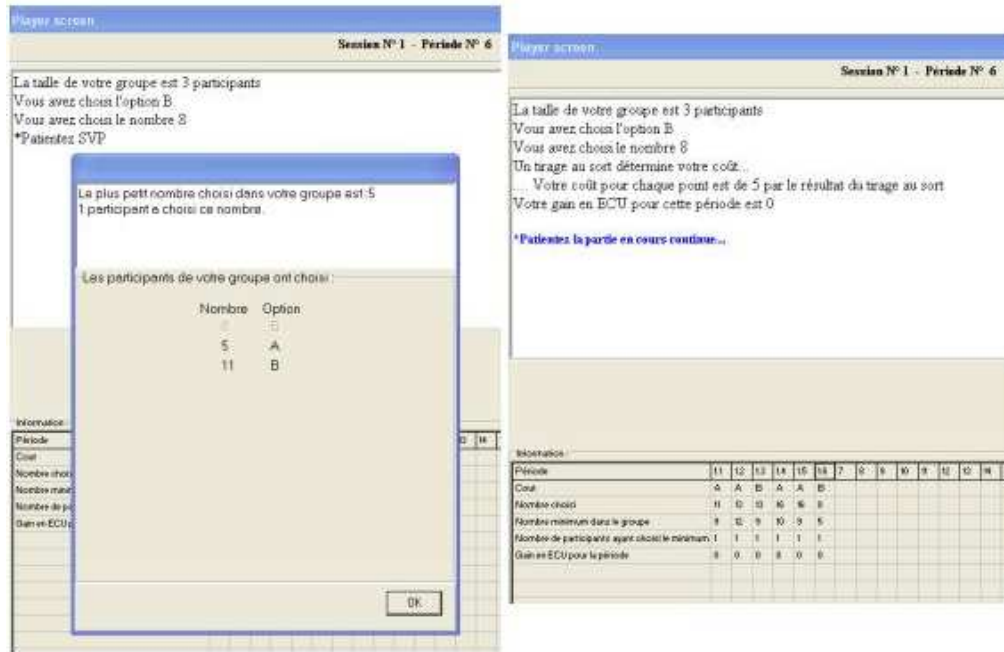
- De ne cocher aucun participant mais un autre participant vous coche :

*Les ECU que vous perdez au cours de cette période sont alors de **-20**.*

TABLEAU 3.A – TABLEAU REMIS AUX PARTICIPANTS (GROUPE DE 6 ICI)

p	n	1	2	3	4	5	6
5		30.0	15.0	10.0	7.5	6.0	28.0
6		28.0	14.0	9.3	7.0	5.6	4.7
7		26.0	13.0	8.7	6.5	5.2	4.3
8		24.0	12.0	8.0	6.0	4.8	4.0
9		22.0	11.0	7.3	5.5	4.4	3.7
10		20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3
11		18.0	9.0	6.0	4.5	3.6	3.0
12		16.0	8.0	5.3	4.0	3.2	2.7
13		14.0	7.0	4.7	3.5	2.8	2.3
14		12.0	6.0	4.0	3.0	2.4	2.0
15		10.0	5.0	3.3	2.5	2.0	1.7
16		8.0	4.0	2.7	2.0	1.6	1.3
17		6.0	3.0	2.0	1.5	1.2	1.0
18		4.0	2.0	1.3	1.0	0.8	0.7
19		2.0	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3
20		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

GRAPHIQUE 3.A – ECRAN DE CONTRÔLE D'UNE FIRME (TRAITEMENT DÉNONCIATION)



3.B Paramètres de l'expérience

La forme analytique de la fonction de demande associe la quantité demandée Q au prix de marché p selon l'expression : $Q = d - lp$. La fonction de coût reprend la forme fonctionnelle présentée dans la Section 3.1.1 : $C(q) = W.q$, $W = \{c, (1 + \tau)c\}$. Les valeurs utilisées dans l'expérience sont :

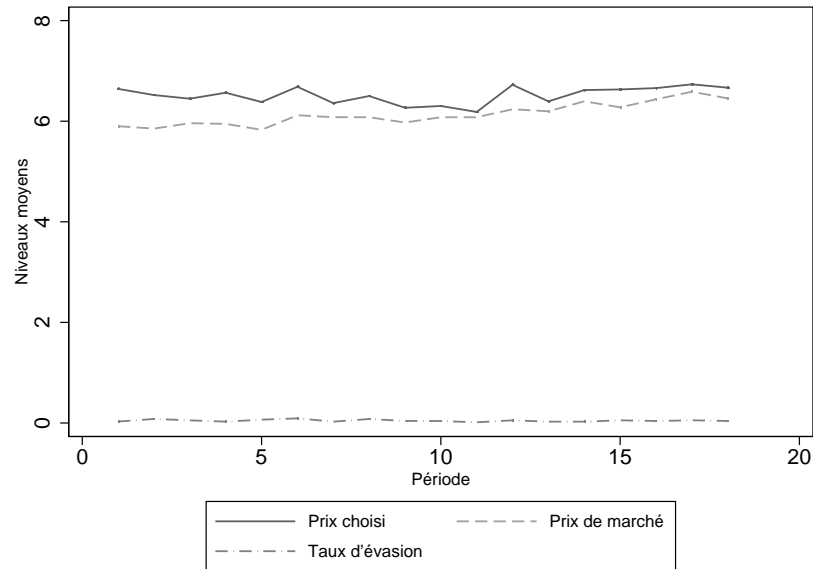
Paramètres de marché : $d = 40$; $l = 2$; $\gamma = 0.25$;

Composantes du coût : $w = 5$, $\tau = 0.8$;

Politique de détection : $\alpha = 0.05$; $F = 20$; $F' = 10$.

En conséquence de ces paramètres, le prix de l'équilibre concurrentiel est $p^c = 9$ et les quantités individuelles totales écoulées sur le marché à ce prix sont $Q^c = 22$. Le profit d'évasion à l'équilibre concurrentiel qui en résulte est $\pi_F = 83.6$.

GRAPHIQUE 3.B – EVOLUTION DES VARIABLES DE DÉCISIONS MOYENNES



Le Graphique 3.B propose une représentation de l'évolution du taux d'évasion (en pourcentage), du prix choisi en moyenne individuellement par les firmes et du prix de marché moyen entre les périodes de l'expérience.

3.C Robustesse des résultats à une mesure alternative de la taille du marché

Cette section reproduit les résultats empiriques présentés dans la Section 3.4 en utilisant la taille des groupes comme mesure de l'intensité de la concurrence. La prochaine section propose auparavant une évaluation des caractéristiques de l'environnement qui apparaissent pertinentes pour expliquer la dynamique des comportements dans l'expérience.

TABLEAU 3.B – COMPORTEMENTS EXPERIMENTAUX ET VARIABLES D’ENVIRONNEMENT

Tobit (variable endogène : Prix choisi)		
Variable	Coefficient	(Ecart-type)
<i>Taille du groupe</i>	-0.207	(0.142)
<i>Firmes actives à la période précédente</i>	-0.198***	(0.038)
<i>Round</i>	-0.017	(0.030)
<i>Traitement</i>	0.227***	(0.080)
<i>Age</i>	0.148	(0.131)
<i>Sexe</i>	-0.052	(0.272)
<i>Education</i>	-0.301	(0.214)
<i>Constante</i>	5.717***	(1.869)
<i>Effets fixes Marchés</i>		oui
<i>Effets fixes Individuels</i>		oui
<i>Effets fixes temporels</i>		oui
<i>Effets Altéatoires temporels</i>		oui

Niveaux de signification : *** 10%, ** 5%, * 1%.

Note. Tobit Type I. La variable endogène (prix choisi par la firme à chaque période) est censurée à gauche (le prix ne peut pas être choisi en-dessous de 5 dans l’expérience). Les effets temporels sont introduits en utilisant la variable *Période*, qui mesure le passage du temps dans l’ensemble de l’expérience. La variable *Round* mesure le passage du temps dans chaque traitement (réinitialisée en début de traitement); la variable *Traitement* mesure l’accès à la dénonciation, valant 1 pour le traitement CONTRÔLE, 2 pour le traitement DÉNONCIATION et 3 pour le traitement CLÉMENCE; l’*Age* est mesuré en années; la variable *Sexe* indique que le participant est un homme; la variable *Education* mesure le nombre d’années d’études après bac.

3.C.1 Comportement des firmes et mesures d’intensité

La mesure d’intensité cohérente avec l’analyse théorique correspond en effet à la variable de taille de l’industrie qui influence le comportement des participants. L’évasion étant choisie par une écrasante majorité de participants, la variable de décision principale est le prix. Afin de discriminer entre les mesures d’intensité de la concurrence, le Tableau 3.B présente donc les résultats d’une régression “naïve”, où la variable de choix (*Prix*) est expliquée par l’ensemble des variables exogènes disponibles. Afin de limiter les risques de gains négatifs, le protocole de l’expérience limite à un minimum de 5 le prix choisi par les participants. La variable endogène est donc mécaniquement censurée

à gauche et le modèle estimé est un Tobit (type I). L'hétérogénéité inobservable entre individus, entre marchés et entre les périodes est prise en compte par des variables de contrôle. La dimension temporelle (périodes) est également modélisée comme un effet aléatoire. La régression inclut les deux variables de mesure d'intensité de la concurrence discutée dans la Section 3.4.1 : la taille du groupe et le nombre de firmes actives à la période précédente.

Le nombre de firmes actives à la période précédente semble beaucoup plus déterminant sur les comportements que la taille des groupes. Les participants semblent donc prendre leurs décisions au regard de la concurrence effective à la période précédente plutôt qu'en fonction de la concurrence potentielle. Les trois prochaines sections élargissent néanmoins les résultats présentés dans ce chapitre à cette mesure alternative de l'intensité de la concurrence.

3.C.2 Description des marchés expérimentaux

La taille des groupes est pré-déterminée par le protocole de l'expérience. La distribution de tailles de groupes instaurées dans les sessions est présentée dans le Tableau 3.C.

TABLEAU 3.C – DISTRIBUTION DE L'INTENSITÉ DE LA CONCURRENCE AU SEIN DES TRAITEMENTS

	Intensité de la concurrence				Total
	3	4	5	6	
CONTRÔLE	63.54	15.55	13.14	7.77	100.00
DÉNONCIATION	63.00	15.86	13.22	7.93	100.00
CLÉMENCE	63.02	15.85	13.21	7.92	100.00
Total	63.15	15.77	13.19	7.89	100.00

Note. Pourcentage de firmes soumises à une intensité concurrentielle donnée (mesurée par la taille du groupe d'appartenance) au sein de chaque traitement. En %.

La mesure d'intensité de la concurrence modifie les variables d'intérêts que sont la robustesse à la collusion tacite et la crédibilité de la menace, puisqu'elle détermine les profits de collusion. Les valeurs prises par ces variables lorsque l'intensité de la concurrence est mesurée par la concurrence potentielle sont présentées dans le Tableau 3.D.

TABLEAU 3.D – POSSIBILITÉS DE COLLUSION DANS CHAQUE TRAITEMENT

		Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
CONTRÔLE	$\gamma - \gamma^c$	-0.039	0.061	-0.083	0.083
	$\gamma_F - \gamma$	0.624	0.485	0.000	1.000
	$R = \gamma_F - \gamma^c$	-0.033	0.041	-0.333	-0.007
DÉNONCIATION	$\gamma - \gamma^c$	-0.039	0.061	-0.083	0.083
	$\gamma_F - \gamma$	0.617	0.487	0.000	1.000
	$R = \gamma_F - \gamma^c$	-0.024	0.072	-0.333	0.272
CLÉMENCE	$\gamma - \gamma^c$	-0.039	0.061	-0.083	0.083
	$\gamma_F - \gamma$	0.992	0.087	0.000	1.000
	$R = \gamma_F - \gamma^c$	0.139	0.107	-0.333	0.442
Total	$\gamma - \gamma^c$	-0.039	0.061	-0.083	0.083
	$\gamma_F - \gamma$	0.773	0.419	0.000	1.000
	$R = \gamma_F - \gamma^c$	0.041	0.117	-0.333	0.442

Note. Statistiques descriptives (moyenne et écart-types entre les firmes, minimum et maximum) des mesures de possibilités de collusion au sein de chaque traitement : collusion tacite (première ligne dans chaque traitement), silence collusif (deuxième ligne) et intervalle de silence collusif (troisième ligne).

En utilisant cette mesure, la condition de robustesse à la collusion tacite est indépendante des traitements et reste donc constante. L'intervalle de silence collusif, quant à lui, est d'autant plus large que la dénonciation est facilitée.

TABLEAU 3.E – TAUX D'ÉVASION SOUS LE TRAITEMENT CONTRÔLE

	Intensité de la concurrence				Total
	3	4	5	6	
Evasion	97.03	81.08	97.85	95.65	94.70
Coût légal	2.97	18.92	2.15	4.35	5.30
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Note. Pour chaque intensité de la concurrence, pourcentage de firmes ayant choisi le coût minimum dans le traitement CONTRÔLE. En %.

Dans le traitement CONTRÔLE, l'évasion reste très largement majoritaire pour tous les niveaux d'intensité de la concurrence (Tableau 3.E). Le prix de marché décroît fortement avec la taille du groupe, confirmant la tendance à l'annulation des profits d'évasion en conséquence de la concurrence (Tableau 3.F).

TABLEAU 3.F – DISTRIBUTION DES PRIX DE MARCHÉ SOUS LE TRAITEMENT CONTRÔLE

Prix de Marché	Intensité de la concurrence				Total
	3	4	5	6	
5	8.51	26.32	26.32	33.33	16.00
6	89.36	68.42	73.68	66.67	82.00
7	2.13	5.26	0.00	0.00	2.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Note. Pourcentage de marchés sur lesquels le prix minimum correspond à celui qui est indiqué en ligne, pour une intensité de la concurrence donnée, dans le traitement CONTRÔLE. En %.

Cette généralisation de l'évasion s'étend à l'ensemble des traitements (Tableau 3.G).

TABLEAU 3.G – TAUX D'ÉVASION

	Intensité de la concurrence				Total
	3	4	5	6	
CONTRÔLE	97.05	81.03	100.00	96.55	94.91
DÉNONCIATION	94.41	95.83	95.00	100.00	95.15
CLÉMENCE	94.01	98.81	100.00	97.62	95.85
Total	94.98	92.99	98.32	98.13	95.36

Note. Pour chaque intensité de la concurrence, pourcentage de firmes ayant choisi l'évasion dans chaque traitement (trois premières lignes) et dans l'ensemble (dernière ligne). En %.

En termes de prix choisi (Tableau 3.H), deux sous-groupes apparaissent à nouveau. Lorsque la taille du marché est de 3, le prix apparaît fortement croissant de la facilité de la dénonciation. Pour les groupes de taille supérieure, l'effet de la concurrence l'emporte et le prix tend à décroître entre les traitements. Les prix d'équilibre (Tableau 3.I), quant à eux, sont décroissants de l'intensité de la concurrence à traitement donné ; et croissants de la facilité de la dénonciation à intensité donnée.

TABLEAU 3.H – PRIX CHOISI MOYEN

	Intensité de la concurrence				Total
	3	4	5	6	
CONTRÔLE	6.54	6.83	6.14	6.28	6.51
DÉNONCIATION	6.49	6.24	6.27	6.03	6.38
CLÉMENCE	6.96	6.12	6.00	6.10	6.63
Total	6.69	6.35	6.13	6.12	6.52

Note. Pour chaque intensité de la concurrence, prix choisi en moyenne par les firmes dans chaque traitement (trois premières lignes) et dans l'ensemble (dernière ligne).

Le comportement de dénonciation décrit dans le Tableau 3.9 n'est pas distingué selon les tailles de groupe, et reste donc inchangé. Les caractéristiques du marché en termes de robustesse à la collusion tacite et de crédibilité de la menace de dénonciation en sont en revanche affectés. La distribution de l'évasion collusive en fonction de ces propriétés est

TABLEAU 3.I – PRIX D'ÉQUILIBRE MOYEN

	Intensité de la concurrence				Total
	3	4	5	6	
CONTRÔLE	5.97	5.81	5.82	5.59	5.90
DÉNONCIATION	6.13	6.00	6.00	5.83	6.07
CLÉMENCE	6.58	6.00	6.00	6.00	6.37
Total	6.26	5.95	5.95	5.83	6.14

Note. Pour chaque intensité de la concurrence, prix minimum moyen sur les marchés dans chaque traitement (trois premières lignes) et dans l'ensemble (dernière ligne).

présentée dans le Tableau 3.J. La robustesse à la collusion tacite semble influencer très faiblement le recours à l'évasion collusive. La robustesse à la collusion tacite garantit cependant, en toute circonstance, un niveau très faible d'évasion collusive. Lorsque le marché n'est pas robuste à la collusion tacite, à l'inverse, la crédibilité de la menace de dénonciation influence considérablement la proportion d'évasion collusive.

TABLEAU 3.J – EVASION COLLUSIVE OBSERVÉE

Collusion	Silence Collusif				Total
	Crédibilité		Intervalle		
	$\gamma > \gamma^F$	$\gamma < \gamma^F$	$R < 0$	$R > 0$	
Tacite					
$\gamma < \gamma^c$	3.7	16.6	6.5	25.1	14.9
$\gamma > \gamma^c$	4.4	2.6	4.5	2.6	3.7
Total	3.1	14.8	10.1	17.0	13.1

Note. Pourcentage d'observations pour lesquelles la variable EC est égale à 1 (évasion et prix choisi supérieur à 6). En %. *En ligne* : Robustesse à la collusion tacite ; *Colonne de gauche* : Crédibilité de la menace de dénonciation ; *Colonne de droite* : Intervalle de silence collusif.

3.C.3 Mise en œuvre de l'évasion collusive

Le Tableau 3.K présente les résultats de régression de la variable mesurant l'évasion collusive (EC , indicatrice de ce que la firme choisit l'évasion et un prix supérieur à 6)

TABLEAU 3.K – EVASION COLLUSIVE

Variable	Coefficient	(Ecart-type)
Probabilité d'évasion collusive (Probit, variable endogène : <i>EC</i>)		
$I[\gamma > \gamma^c]$	-0.152	(0.646)
$I[\gamma^F > \gamma]$	0.475*	(0.252)
<i>Participant dénonciateur</i>	0.269**	(0.115)
<i>Participant dénoncé</i>	0.200	(0.200)
<i>Age</i>	0.171	(0.145)
<i>Sexe</i>	0.363	(0.232)
<i>Education</i>	-0.254	(0.255)
<i>Période</i>	0.004	(0.016)
<i>Round</i>	-0.068*	(0.040)
<i>Nombre de firmes actives</i>	-0.326***	(0.076)
<i>Constante</i>	-3.389	(2.459)
<i>Contrôles fixes Marchés</i>		<i>oui</i>
Distributions Estimées		
$\hat{\sigma}$	0.422	(0.105)
$\hat{\rho}$	0.151***	(0.0638)

Niveaux de signification : *** 10%, ** 5%, * 1%.

Note. Probit à effets individuels aléatoires. La variable endogène (*EC*) vaut 1 lorsqu'une observation a choisi l'évasion collusive (évasion et prix choisi supérieur à 6). L'hétérogénéité inobservable individuelle est incorporée par un effet aléatoire, propre aux participants. La variable $I[\gamma > \gamma^c]$ vaut 1 si le marché est robuste à la collusion tacite, la variable $I[\gamma^F > \gamma]$ indique que la menace de dénonciation est crédible. *Participant dénonciateur* indique que l'observation a dénoncé au moins un autre participant à la période précédente, *Participant dénoncé* qu'elle a été dénoncée par au moins un autre participant à la période précédente. L'*Age* est mesuré en années; la variable *Sexe* indique que le participant est un homme; la variable *Education* mesure le nombre d'années d'études après bac. La variable *Période* mesure le passage du temps dans l'ensemble de l'expérience; la variable *Round* le passage du temps dans chaque traitement (réinitialisée en début de traitement). Le *Nombre de firmes actives* correspond au nombre de firmes qui ont choisi le prix minimum à la période précédente et mesure donc la concurrence effective passée.

sur les mesures de robustesse à la collusion tacite et de crédibilité de la menace de dénonciation, évaluées en utilisant la taille des groupes pour mesurer l'intensité de la concurrence. Les signes restent inchangés et la crédibilité de la menace de dénonciation explique significativement le recours au silence collusif. La robustesse à la collusion tacite n'est plus, ici, significative. Il faut cependant rappeler que la robustesse à la collusion tacite est mesurée comme l'inverse de l'intensité de la concurrence. Lorsque cette dernière est évaluée par la taille du groupe, la robustesse à la collusion tacite présente donc une variabilité très faible. Elle reste inchangée, en particulier, pour un participant donné et est donc incapable de recouvrir les variations de comportement au cours de l'expérience. A cette exception – notable – près, les résultats sont très similaires à ceux qui ont été présentés dans la Section 3.4.3.

Le Tableau 3.L présente les résultats du Tobit type II expliquant simultanément le recours à l'évasion collusive et la coordination entre les firmes pour choisir le prix de collusion. Le comportement de dénonciation affecte très différemment les variables d'intérêt. Comme l'indique la première colonne du tableau, le fait d'avoir été dénoncé (respectivement d'avoir utilisé la dénonciation) semble en effet ne pas expliquer le recours au silence collusif (resp. le choix du prix) mais est fortement significatif dans l'équation de choix du prix (resp. de recours au silence collusif). Ces variables sont donc respectivement exclues des équations dans lesquelles elles sont non pertinentes afin de permettre l'identification du modèle.²⁷ Ces tendances sont conformes aux résultats de la Section 3.4.3 où ces variables s'avéraient avoir un pouvoir d'explication assez faible dans les équations correspondantes. Une différence importante avec ces résultats, en revanche, concerne le passage du temps (*Période*), qui influence ici significativement la coordination des firmes. Les périodes de jeu sont utilisées comme un moyen de communication permettant d'accroître progressivement le prix de collusion.

²⁷En l'absence de cette restriction, le modèle avec hétérogénéité n'est pas identifié en raison de problèmes de colinéarité entre les variables.

TABLEAU 3.L – EVASION COLLUSIVE ET COORDINATION

	Coefficient	<i>t</i>	Coefficient	<i>t</i>	Coefficient	<i>t</i>
Probabilité d'évasion collusive (Probit, variable endogène : EC)						
$I[\gamma > \gamma^c]$	0.220	1.01	0.225	1.03	0.225	1.03
$I[\gamma^F > \gamma]$	0.624***	3.37	0.643***	3.44	0.644***	3.44
<i>Participant dénonciateur</i>	0.382***	4.06	0.407***	4.42	0.407***	4.42
<i>Participant dénoncé</i>	0.360**	2.14	-	-	-	-
<i>Age</i>	-0.075	-1.16	-0.060	-0.93	-0.059	-0.93
<i>Sexe</i>	0.565***	5.08	0.551***	4.97	0.551***	4.97
<i>Education</i>	0.183	1.59	0.164	1.43	0.164	1.43
<i>Round</i>	-0.036	-1.25	-0.031	-1.08	-0.031	-1.08
<i>Nombre de firmes actives</i>	-0.428***	-7.93	-0.448***	-8.38	-0.448***	-8.38
<i>Constante</i>	0.0438	0.04	-0.150	-0.14	-0.150	-0.14
Sélection de l'équilibre (Tobit, variable endogène : <i>p</i>)						
$I[\gamma > \gamma^c]$	0.125	0.18	0.552	0.40	0.656	0.40
$I[\gamma^F > \gamma]$	0.422	0.60	-0.220	-0.31	-0.220	-0.31
<i>Participant dénonciateur</i>	0.217	0.79	-	-	-	-
<i>Participant dénoncé</i>	0.880**	2.41	0.640**	2.11	0.640**	2.11
<i>Age</i>	0.273*	1.68	0.510	0.61	0.610	1.25
<i>Sexe</i>	-0.279	-0.69	-1.086	-0.99	-0.966	-1.07
<i>Education</i>	-0.711***	-2.72	-1.154	-0.81	-1.273	-1.43
<i>Période</i>	0.075**	2.33	0.062**	1.99	0.062**	1.99
<i>Round</i>	0.073	0.85	0.036	0.48	0.036	0.48
<i>Nombre de firmes actives</i>	-0.090	-0.34	0.129	0.66	0.129	0.66
<i>Constante</i>	4.874	1.55	1.645	0.14	-0.169	-0.02
<i>Contrôles Individuels</i>	-	-	oui		oui	
<i>Contrôles Marchés</i>	-	-	-	-	oui	
Distributions estimées						
$\hat{\sigma}$	1.530	-	1.1217	-	1.217	-
$\hat{\rho}$	-0.107	0.04 ^b	-0.140	0.230	-0.170	0.230

Niveaux de signification : *** 10%, ** 5%, * 1%.

^bTest de Wald d'indépendance des équations estimées.

Note. Tobit Type II. *Moitié supérieure* : Variable endogène (*EC*) valant 1 lorsqu'une observation a choisi l'évasion collusive (évasion et prix choisi supérieur à 6). *Moitié inférieure* : Variable endogène égale au prix choisi, conditionnellement à $EC = 1$. La variable $I[\gamma > \gamma^c]$ vaut 1 si le marché est robuste à la collusion tacite, la variable $I[\gamma^F > \gamma]$ indique que la menace de dénonciation est crédible. *Participant dénoncé* indique que l'observation a été dénoncée par au moins un autre participant à la période précédente, *Participant dénonciateur* qu'il a dénoncé au moins un autre participant à la période précédente. L'*Age* est mesuré en années ; la variable *Sexe* indique que le participant est un homme ; la variable *Education* mesure le nombre d'années d'études après bac. La variable *Période* mesure le passage du temps dans l'ensemble de l'expérience ; la variable *Round* le passage du temps dans chaque traitement (réinitialisée en début de traitement). Le *Nombre de firmes actives* correspond au nombre de firmes qui ont choisi le prix minimum à la période précédente et mesure donc la concurrence effective passée.