

Exclusion par manipulation des marchés de permis d'émission

Sonia Schwartz*

*C.A.E. Université Paul Cézanne***

1 Introduction

Le protocole de Kyoto prévoit l'instauration d'un marché international de permis d'émission visant à réduire les gaz à effet de serre. Plus généralement, le recours à cet instrument est de plus en plus fréquent. Citons, entre autres, la directive¹ établie par le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne d'octobre 2003, qui établit un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre au sein de la Communauté européenne. Depuis le 1er janvier 2005, le marché européen de permis d'émission est devenu une réalité. Il vise, dans un premier temps, les émissions de CO₂ des plus gros émetteurs² concernant 12000 sites environ, soit 45 à 50% du total des émissions de l'industrie pour la période 2005-2008. Cette première étape présente un double objectif. Tout d'abord, celui d'expérimenter le dispositif de marché et, ensuite, d'anticiper sur la période d'engagement prévue par le protocole de Kyoto (2008-2012)³.

Par ailleurs, le programme de lutte contre les pluies acides aux États-Unis peut être cité comme une référence puisque c'est le premier grand

* L'auteur remercie l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie pour son soutien financier, les participants aux colloques Sesame d'Aix-en-Provence (2002), JMA de Montpellier (2003) et au congrès de l'AFSE de Paris (2003), ainsi que les rapporteurs anonymes de la revue *Recherches Économiques de Louvain*.

** C.A.E. Université Paul Cézanne, Aix-Marseille III, 3 avenue Robert Schuman, 13628 Aix-en-Provence cedex 1, FRANCE. Tel : +334 42 17 29 93. E-mail : sonia.schwartz@univ-cezanne.fr

¹ Directive 2003/87 "quotas".

² Papier, verre, ciment, secteur énergétique et raffineries.

³ Rappelons que dans le cadre du protocole de Kyoto, l'Union européenne s'est engagée sur une réduction de 8% de ses émissions par rapport au niveau atteint en 1990.

programme de permis qui ait vu le jour. Sa mise en œuvre a su tirer les leçons des expériences passées. Ainsi, la simplicité de ses règles de fonctionnement a permis aux entreprises d'avoir effectivement recours au marché des permis et le mécanisme de surveillance et de sanction les a conduites à se mettre en conformité face à la contrainte environnementale. Par ailleurs, il ne semble pas que des pouvoirs de marché aient pu affecter le prix des permis. Enfin, des objectifs quantifiés en termes de réduction des émissions ont été atteints, tout en permettant des gains par rapport à une approche réglementaire (Klaassen et Nentjes, 1997).

Ce dernier point mérite toutefois une attention particulière. En effet, les gains réalisés ont été inférieurs aux gains potentiels, en raison de premières évaluations du prix du permis assez élevées au début du programme. Ces erreurs de prévision ont conduit les entreprises à surinvestir en filtres (scrubbers), investissements qui se sont avérés plus tard non optimaux. Les analyses concernant cette première grande expérience de marché de permis se sont alors principalement focalisées sur le point suivant : est-ce que le prix du permis a effectivement été surévalué ou bien est-ce les procédures d'échange qui ont généré un prix plus faible que sa valeur réelle ? Cason (1993, 1995), Cason et Plott (1996) et Dijkstra et Haan (2001) semblent plutôt pencher pour la seconde possibilité, mettant en cause le type d'enchère adopté par l'EPA (Environmental Protection Agency) en avançant qu'il a conduit les entreprises à sous estimer leurs offres, communiquant ainsi au marché un prix biaisé à la baisse.

Malgré ce point critique concernant ce marché du soufre aux États-Unis, il apparaît que les marchés de permis de pollution permettent, malgré tout, d'engendrer des gains significatifs par rapport à une approche réglementaire : l'utilisation croissante de l'instrument « marché de permis de pollution » est donc justifiée. Par ailleurs, il présente l'avantage de conduire les entreprises à choisir les niveaux de réduction des émissions qui minimisent le coût global de la réglementation, et ce, quelle que soit la distribution initiale des permis. Les marchés de permis d'émission constituent, à cet égard, un instrument attractif pour les pouvoirs publics, en leur permettant de distribuer les permis selon leur sens de l'équité – dans le cas d'une distribution gratuite – et selon leur objectif – avec ou non obtention d'un revenu – sans affecter l'efficacité du marché. Bien sûr, les conséquences distributionnelles de ces différents modes d'allocation ne sont pas les mêmes. Prenant en compte ce nouveau critère, leur comparaison diffère selon le cadre d'analyse utilisé : équilibre partiel ou équilibre général. Dans le premier cas, l'allocation gratuite semble être préférable à une distribution payante, puisqu'elle permet de réduire les coûts de mise en conformité des entreprises (Lyon, 1986). Le second, introduisant la notion de second dividende, conduit à opter pour une allocation payante puisque les revenus issus de la vente des permis peuvent être utilisés pour réduire des taxes distortionnaires.

Cette dernière constatation repose, toutefois, sur l'hypothèse que l'allocation des permis entre les entreprises est efficace⁴. En effet, le résultat d'indépendance de l'allocation finale par rapport à la distribution initiale est obtenu dans un contexte de concurrence parfaite. Hahn (1984) montre que lorsqu'une entreprise est capable d'exercer une position dominante sur le marché des permis, non seulement le coût total de la réglementation n'est plus minimisé, mais l'allocation finale dépend en outre de l'allocation initiale des permis. Dans ce cas, l'entreprise dominante utilise le marché des permis pour minimiser son coût de mise en conformité : elle exerce ce que l'on appelle une « manipulation simple ». Alternativement, l'entreprise peut procéder à une « exclusion par manipulation », ayant recours au marché des permis afin d'exclure les entreprises concurrentes du marché du bien et ainsi, obtenir des rentes de monopole sur ce dernier.

Dans la mesure où un permis de pollution représente l'accès à une ressource devenue rare du fait de la réglementation, les entreprises qui ne peuvent s'en procurer sont donc exclues du domaine de la production. Ceci est valable à condition, bien sûr, qu'il n'existe pas de possibilité de substitution à ce permis. Dans ce cas, les permis peuvent être assimilés à un droit à produire. Dans ce contexte, obtenir un permis d'émission permet d'augmenter les émissions du montant équivalent, mais également de restreindre la production des entreprises concurrentes. Le permis comporte alors une seconde valeur, que l'on nomme « valeur d'exclusion ».

Si toutes les entreprises se rendent compte de la possibilité d'exclusion que le permis représente, seule une entreprise déjà dominante sur le marché des permis pourrait essayer de pratiquer l'exclusion par manipulation⁵. Elle va chercher à acheter un nombre de permis supérieur à ses besoins pour exclure les entreprises rivales du domaine de la production et, ainsi, se procurer des rentes de monopole sur le marché du bien. L'entreprise se comporte en prédateur en utilisant la technique de prédation dite du « sur-achat », cas particulier de la forclusion réelle (Krattenmaker et Salop, 1986). Le permis de pollution correspond alors au contrat d'exclusion.

Il est vrai que les conditions d'existence de cette stratégie peuvent sembler assez restrictives : les entreprises qui participent au marché des permis doivent produire un même bien et appartenir à une même zone géographique, présentant suffisamment d'avantages à la production pour inciter les entreprises à continuer de produire dans cette région. En outre, peu d'entreprises potentiellement entrantes ou déjà présentes sur le marché du bien doivent disposer de techniques de production peu polluantes.

Cependant, le programme de lutte contre les pluies acides concerne principalement les centrales électriques qui produisent par définition le

⁴ Dans cet article, nous utiliserons un modèle d'équilibre partiel, qui nous conduira à ignorer la question du second dividende, mais qui nous permettra de comparer les différentes formes de distribution des permis selon le critère de l'efficacité.

⁵ En effet, si une entreprise intervenant sur le marché des permis n'est pas capable de manipuler le prix du permis juste pour minimiser son coût de mise en conformité (manipulation simple), il est peu probable qu'elle puisse exercer une exclusion par manipulation.

même bien. Par ailleurs, les déréglementations récentes des marchés de l'électricité et la mise en œuvre des marchés de permis d'émission ont posé la question de l'exclusion par manipulation puisque certaines centrales électriques sont susceptibles d'intervenir sur les deux types de marchés simultanément. Svendsen and Vesterdal (2003) estiment que ce problème peut survenir dans le cadre du programme européen visant à réduire les émissions de CO₂. Kolstad et Wolak (2003) examinent dans quelles mesures le marché de permis a été utilisé par les centrales électriques pour exercer une position dominante sur le marché de l'électricité californien, ce qui expliquerait – en partie – la crise californienne de l'électricité durant l'été 2000. Chen et Hoobs (2003) considèrent, pour leur part, les relations entre le marché de l'électricité PJM (Pennsylvanie, New Jersey, Maryland) et les programmes visant à réduire le NOx dans le nord-est des États-Unis ainsi que le programme national de lutte contre les pluies acides. Dans ce contexte, la sur-consommation des permis dans le but d'augmenter le coût des entreprises concurrentes est également mise en évidence.

Le problème de l'exclusion par manipulation des marchés de permis d'émission est évoqué dans la littérature : Holcombe et Meiners (1981) et Tietenberg (1985) soulignent la possibilité d'existence de cette stratégie, mais sans traiter cette question. Misiolek et Elder (1989) l'étudient partiellement dans la mesure où ils donnent seulement les conditions sous lesquelles le prix du bien peut augmenter du fait de l'achat de permis par l'entreprise dominante, et apportent une représentation graphique de la variation des prix des permis à la suite de la détention de permis de l'entreprise prédatrice. Sartzetakis (1994, 1997) analyse ce problème dans le cas très particulier d'un duopole de Cournot, avec des fonctions de coût spécifiées. Il étudie les conséquences de l'exclusion par manipulation en termes de variation de parts de marché, du prix du permis et du bien à l'aide de simulations sur les différents paramètres des entreprises. Dans ces dernières études, la stratégie d'exclusion permet d'obtenir une position dominante sur le marché des biens, et non la monopolisation totale du marché. Ce dernier point est analysé par Von der Fehr (1993) lorsque les biens produits sont des substituts proches et par Buñuel (2003), lorsque les entreprises produisent un bien homogène. Von der Fehr montre qu'alors, si les déséconomies d'échelle ne sont pas trop importantes, les profits de l'industrie organisée en duopole sont maximisés lorsque tous les permis sont concentrés sur une seule entreprise. Buñuel (2003) étudie les conditions sous lesquelles le permis peut être utilisé comme un instrument conduisant à la monopolisation du marché du bien. Les résultats diffèrent selon la distribution initiale des permis, le nombre d'entreprises qui désirent monopoliser le marché du bien et l'information à la disposition des entreprises.

Dans ce dernier cas, les résultats de l'auteur corroborent en partie les doutes de Oates (1981). En effet, ce dernier estime que l'exclusion par manipulation ne peut être mise en œuvre sur un marché de permis, puisqu'il suffit que les entreprises refusent de vendre les permis à l'entreprise prédatrice pour faire échouer cette stratégie. Buñuel montre effectivement que le

prédateur peut complètement monopoliser le marché si aucune entreprise n'anticipe sa stratégie. Par contre, dans le cas où toutes en ont connaissance, la monopolisation du marché n'est plus certaine⁶, mais n'est pas non plus totalement improbable. Dans ce cadre d'analyse, il n'y a pas de collusion. L'introduction d'une possible entente entre les entreprises nuancerait peut-être ce dernier résultat.

Par ailleurs, les résultats expérimentaux de Godby (1996) tendent à montrer que les agents – quand ils en ont la possibilité –, pratiquent l'exclusion par manipulation, ce qui rend l'analyse de ce problème pertinente. La question de l'exclusion par manipulation du marché des permis est toutefois loin d'être réglée et des interrogations subsistent. La valeur de l'exclusion contenue dans le permis n'a jamais été énoncée et la stratégie de sur-achat des permis n'a pas été définie. En effet, les auteurs cités plus haut n'ont analysé que les conditions ou les conséquences de l'exclusion par manipulation, sans étudier la stratégie d'exclusion proprement dite. Par exemple, Buñuel (2003) élude cette question puisqu'il suppose que le prédateur potentiel n'est pas contraint financièrement pour acheter l'ensemble des permis, hypothèse qui semble discutable. Enfin, la variation du prix du permis découlant de cette stratégie reste méconnue d'un point de vue général.

Cet article vise donc à répondre à ces différentes questions. Utilisant une analyse d'équilibre partiel, nous cherchons à déterminer la valeur d'exclusion qu'un permis de pollution peut représenter et à définir la stratégie de sur-achat des permis. En outre, nous voulons déterminer l'impact de la stratégie d'exclusion sur le prix du permis. Enfin, nous apportons une simulation numérique des conséquences de la stratégie de sur-achat, afin d'illustrer les résultats obtenus dans cet article.

Contrairement à Misiolek et Elder (1989) qui énoncent seulement le fait que le permis peut comporter une valeur supplémentaire au coût de réduction des émissions évités, c'est-à-dire une valeur d'exclusion, ici, nous la qualifions : nous montrons que cette dernière est égale au gain net que l'entreprise prédatrice peut se procurer sur le marché du bien. Ensuite, nous qualifions la stratégie de sur-achat dans un contexte plus général que Sartzetakis (1994, 1997) qui obtient ses résultats principalement à l'aide de simulations sur les différents paramètres et plus réaliste que Buñuel (2003), puisque nous réalisons un arbitrage coût-bénéfice. Le nombre de permis à acheter est déterminé et, en outre, nous exposons les spécificités de la stratégie de sur-achat des permis par rapport à d'autres inputs : cette stratégie est d'autant moins coûteuse que l'entreprise prédatrice reçoit une dotation initiale de permis importante. Enfin, Misiolek et Elder (1989) mettent graphiquement en évidence le fait que le prix du permis peut se rapprocher de son niveau concurrentiel à la suite de la stratégie de prédation. De façon rigoureuse, nous apportons des résultats originaux puisque nous déterminons exactement dans quel cas le prix du permis se rapproche ou non de

⁶ Des entreprises peuvent choisir de vendre leurs permis et, ainsi, profiter de la hausse du prix du bien (Buñuel, 2003).

l'équilibre concurrentiel. Si l'entreprise prédatrice exerce un comportement de monopsonne et si le nombre de permis qu'elle achète est inférieur aux gains nets qu'elle peut obtenir sur le marché du bien grâce à la stratégie d'exclusion, alors le prix du permis sera inférieur à sa valeur concurrentielle. Dans le cas contraire, il sera supérieur. Une simulation numérique nous permettra d'illustrer ces derniers résultats. Nous en tirons un certain nombre de conclusions en termes de distribution initiale des permis et de politique de la concurrence.

Après avoir présenté le modèle de base, la valeur de l'exclusion sera donnée, la stratégie d'exclusion étudiée, puis les variations du prix du permis consécutives à cette stratégie seront déterminées et seront suivies d'une illustration numérique. Nous concluons en développant les implications de la distribution initiale des permis et tenterons d'en tirer des conclusions en terme de politique économique.

2 Modèle de base

On suppose qu'un marché de permis est instauré pour réguler les émissions d'une industrie particulièrement polluante. Cette industrie est composée de N entreprises. On suppose que l'entreprise 1 a la possibilité d'exercer une influence sur le prix du permis alors que $N - 1$ entreprises se comportent de façon concurrentielle (les entreprises $i = 2, \dots, N$), constituant ce que l'on appelle la « frange concurrentielle ».

Lorsque les permis sont distribués selon le principe du “grandfathering”, les différences de dotation initiale induites par des différences de technologie se cumulent pour expliquer les raisons de l'apparition du pouvoir de marché⁷. Si d'autres critères de distribution sont retenus, la technologie et/ou la distribution initiale peuvent expliquer l'existence d'une position dominante.

On suppose que les entreprises soumises au marché des permis appartiennent au même marché de bien. La demande pour ce bien est notée $D(P)$, où P est le prix du bien. On suppose tout d'abord que les permis sont initialement gratuitement distribués avec $\sum_{i=1}^N e_i^0 = E^0$, où E^0 est le plafond d'émission et e_i^0 le nombre de permis attribué par l'agence environnementale à l'entreprise i . Les entreprises ont ensuite la possibilité d'échanger les permis sur un marché secondaire au prix R . Par contre, ni la mise en réserve, ni l'emprunt ne sont autorisés⁸. On note e_i , le nombre de permis détenu après

⁷ Par exemple, une entreprise qui dispose d'une technologie vétuste recevra une part plus importante de permis par rapport à une entreprise qui utilise la meilleure technologie disponible durant la période de référence pour la distribution des permis. Dans ce cas, elle se trouvera dans une situation de vendeuse nette puisqu'elle aura, d'une part, des possibilités de réduction des émissions à bas coût, et qu'elle disposera, d'autre part, d'une dotation initiale importante.

⁸ Dans le cas contraire, l'étude nécessiterait de faire la différence entre les permis retenus à la suite d'un arbitrage intertemporel concernant l'utilisation des permis et ceux détenus avec une finalité prédatrice.

échange par l'entreprise i . Par conséquent, si $e_i - e_i^o > 0$ (< 0), l'entreprise i a acheté (vendu) des permis. Dans la mesure où le nombre global de permis distribué est inférieur aux émissions des entreprises en l'absence de réglementation, tous les permis sont détenus par les entreprises. La condition d'équilibre du marché s'écrit donc :

$$E^o = \sum_{i=1}^N e_i \quad (1)$$

On considère que le polluant régulé se disperse de façon uniforme dans l'atmosphère : on adopte donc ici un marché de permis d'émission. Si l'on suppose que toutes les entreprises décident d'être en conformité, ceci implique qu'elles doivent détenir un nombre de permis *au moins* égal à leurs émissions. Nous raisonnerons ainsi seulement en fonction des permis en supposant que cette hypothèse est toujours satisfaite.

$C^1(x, e_1)$ est la fonction de coût de production⁹ de l'entreprise 1. Elle dépend de la quantité de bien produite x , (avec $C_x^1(x, e_1) > 0$, $C_{xx}^1(x, e_1) > 0$) et du nombre de permis détenu¹⁰ e_1 : $C_{e_1}^1(x, e_1) \leq 0$, $= 0$ pour e_1 suffisamment grand, $C_{e_1 e_1}^1(x, e_1) > 0$. Plus le nombre de permis reçu par l'entreprise est important, moins elle doit réduire ses émissions, ce qui représente le bénéfice tiré de la pollution. Par conséquent, $-C_{e_1}^1(x, e_1)$ est le coût marginal de réduction des émissions, exprimé en fonction des permis. Il est positif et décroît en fonction du nombre de permis détenu^{11 12}.

De même, $C^i(y_i, e_i)$ est la fonction de coût de production de l'entreprise i , $i = 2, \dots, N$. Elle est croissante par rapport à la quantité de bien y_i produite par l'entreprise i ($C_{y_i}^i(y_i, e_i) > 0$, $C_{y_i y_i}^i(y_i, e_i) > 0$) et décroissante par rapport au nombre de permis détenu e_i : $C_{e_i}^i(y_i, e_i) < 0$, $C_{e_i e_i}^i(y_i, e_i) > 0$. Son coût marginal de réduction des émissions, $-C_{e_i}^i(y_i, e_i)$ est alors positif et décroît avec le nombre de permis détenu.

Ces fonctions sont des fonctions de coût minimum par rapport à l'achat des autres inputs et aux réductions des émissions. Pour focaliser notre analyse sur les conséquences des variations du prix du permis, il est supposé que le prix des autres inputs est constant. On suppose que la fonction de production de l'entreprise 1 est $f^1(q, e_1)$, où q est le vecteur des quantités d'inputs utilisées pour produire x unités de bien. Les prix de ces inputs sont donnés par le vecteur P_q .

⁹ Pour la caractérisation de cette fonction, se reporter à Bonniex et Desaignes (1998).

¹⁰ Nous raisonnons ici en fonction du nombre de permis détenu de façon à rendre possible le cas où l'entreprise prédatrice achète plus de permis que ses émissions. Dans ce contexte, elle couvre toutes ses émissions avec les permis qu'elle détient, les autres sont perdus. Elle n'entreprend donc aucune activité de réduction d'émission, et ce coût de réduction des émissions est alors nul. Par ailleurs, cette formalisation nous permettra de mettre en évidence la spécificité du sur-achat des permis de pollution par rapport à d'autres inputs.

¹¹ À l'inverse, le coût marginal de réduction des émissions est croissant par rapport au niveau des réductions réalisées.

¹² Le nombre de permis détenu dépend, quant à lui, du prix du permis et de celui du bien (se reporter plus loin à l'équation 4).

Chaque entreprise de la frange concurrentielle détermine le nombre de permis à échanger et la quantité de bien à produire en maximisant son profit. Elle résout donc le programme suivant, en considérant le prix du bien et du permis comme donnés :

$$\text{Max}_{y_i, e_i} \Pi_i = P \cdot y_i - C^i(y_i, e_i) - R(e_i - e_i^\circ)$$

Les conditions du premier ordre sont :

$$P - C_{y_i}^i(y_i, e_i) = 0 \quad (2)$$

$$-C_{e_i}^i(y_i, e_i) - R = 0 \quad (3)$$

Chaque entreprise de la frange concurrentielle détermine son offre de bien de façon à ce que l'équation (2) soit satisfaite. Elle décide du nombre de permis à acheter ou à vendre en effectuant un arbitrage entre le coût marginal de réduction des émissions et le prix du permis (équation (3)). D'après (2) et (3), la demande de permis de l'entreprise i s'écrit :

$$e_i(R, P) \quad (4)$$

avec $\partial e_i(R, P)/\partial R < 0$, et $\partial e_i(R, P)/\partial P > 0$.

De même, l'offre de l'entreprise i s'écrit $y_i(R, P)$. On note l'offre globale de la frange concurrentielle $S(R, P)$, avec $S(R, P) = \sum_{i=2}^N y_i(R, P)$.

De manière à pouvoir prendre en compte les conséquences de la variation du prix du permis sur le coût des entreprises concurrentes et, par conséquent, sur leur offre de bien, la production de l'entreprise dominante sera donnée en terme de demande résiduelle, avec $x = D(P) - S(R, P)$. Cette notation nous permettra d'exprimer un comportement de leader de Stackelberg en prix sur le marché du bien, tout en prenant en compte la réaction des entreprises de la frange concurrentielle.

3 Valeur d'exclusion du permis

Lorsqu'une entreprise adopte un comportement concurrentiel ou une manipulation simple sur le marché des permis, la valeur privée de chaque permis au sein de l'entreprise est représentée par le coût marginal de réduction des émissions que ce permis permet d'économiser, la valeur commune du permis correspond, quant à elle, à son prix¹³. Cependant, une entreprise dominante peut se rendre compte – sous les hypothèses retenues ci-dessus – que ces permis peuvent constituer un droit d'accès au marché du bien pour

¹³ À l'équilibre concurrentiel du marché des permis d'émission, les coûts marginaux de réduction des émissions sont égaux entre les entreprises et valent le prix du permis. Ainsi, le prix concurrentiel des permis représente le coût marginal de réduction des émissions évité par le permis.

les entreprises de la frange concurrentielle et, par conséquent, comporter une valeur d'exclusion. Nous allons ici mettre en évidence cette valeur.

L'entreprise dominante se comporte en leader de Stackelberg en prix sur le marché des permis. Comme tous les permis sont détenus par les entreprises, nous avons de (1), $E^\circ = e_1 + \sum_{i=2}^N e_i$. En remplaçant la demande de permis des entreprises concurrentielles par (4), nous obtenons : $e_1 = E^\circ - \sum_{i=2}^N e_i(R, P)$, ce qui nous permet de prendre en compte le comportement des entreprises concurrentielles. Nous suivons, ainsi, la même démarche que celle adoptée par Salop et Scheffman (1987), mais également par Hahn (1984).

Le programme de l'entreprise dominante s'écrit donc :

$$\begin{aligned} \text{Max}_R \Pi_1 = & P[D(P) - S(P, R)] - C^1(D(P) - S(P, R), E^\circ - \sum_{i=2}^N e_i(R, P)) \\ & - R[E^\circ - \sum_{i=2}^N e_i(R, P) - e_1^\circ] \end{aligned}$$

La condition du premier ordre est :

$$\begin{aligned} -\frac{\partial S(R, P)}{\partial R} P + C_x^1(x, e_1) \frac{\partial S(R, P)}{\partial R} - C_{e_1}^1(x, e_1) \frac{\partial e_1}{\partial R} \\ - [E^\circ - \sum_{i=2}^N e_i(R, P) - e_1^\circ] - R \frac{\partial e_1}{\partial R} = 0 \end{aligned}$$

Après réarrangement, nous obtenons :

$$-C_{e_1}^1(x, e_1) - R - \frac{\partial R}{\partial e_1} \frac{\partial S(R, P)}{\partial R} [P - C_x^1(x, e_1)] - \frac{\partial R}{\partial e_1} [e_1 - e_1^\circ] = 0 \quad (5)$$

En revanche, si l'entreprise dominante ne tient pas compte de l'impact de la variation du prix du permis sur l'offre de bien de la frange concurrentielle, la condition de premier ordre est :

$$-C_{e_1}^1(x, e_1) - R - \frac{\partial R}{\partial e_1} [e_1 - e_1^\circ] = 0 \quad (6)$$

Par conséquent, en comparant (5) et (6), nous pouvons observer que les conditions d'optimalité diffèrent lorsque l'entreprise dominante prend en considération ou non la variation de l'offre de la frange concurrentielle à la suite de la variation du prix du permis. La comparaison de ces deux écritures nous permet d'obtenir :

$$V = -\frac{\partial S(R, P)}{\partial R} (P - C_x^1) \quad (7)$$

où V est la valeur d'exclusion contenue dans le permis¹⁴. La réduction de l'offre de bien de la frange concurrentielle consécutive à la variation du prix

¹⁴ Misiolek et Elder (1989) ont été les premiers à employer cette notion. Ici, nous l'avons caractérisée.

du permis est : $\left[\frac{\partial S(R,P)}{\partial R} \right]$. Le terme $-\frac{\partial S(R,P)}{\partial R}(P - C_x^1)$ représente donc le gain net du prédateur dans le domaine de la production. Une condition nécessaire pour que la valeur d'exclusion soit positive est que $\frac{\partial S(R,P)}{\partial R} \neq 0$. L'analyse de (7) nous permet d'obtenir cette proposition :

Proposition 1 *Si $\frac{\partial S(R,P)}{\partial R} \neq 0$, $V > 0$. Si l'offre de bien de la frange concurrentielle est sensible au prix du permis, alors l'entreprise dominante sur le marché des permis pratique une exclusion par manipulation.*

Lorsque l'offre de la frange concurrentielle n'est pas sensible à la variation du prix du permis, l'entreprise dominante exerce seulement une manipulation simple. Dans le cas contraire, la valeur de l'exclusion est positive et l'entreprise dominante adopte un comportement prédateur.

4 Profitabilité de la stratégie de sur-achat des permis

Misiolek et Elder (1989) et Sartzetakis ((1994), (1997)) ont analysé l'exclusion par manipulation sous l'angle de ses conditions d'existence ou de ses conséquences, sans définir la stratégie de sur-achat. Pour traiter cette question, nous allons utiliser la démarche de Salop et Scheffman (1987) dans une analyse de la relation verticale entre un marché de bien et d'input. Le problème est toutefois ici différent, puisque le marché des permis présente des caractéristiques propres que l'étude ne peut négliger. Par conséquent, on introduit une offre de permis inélastique (correspondant au plafond d'émission fixé par l'État), les dotations initiales de permis et un coût de réduction des émissions. Ceci nous permettra d'analyser, d'une part, l'influence de la dotation initiale sur la stratégie de sur-achat et, d'autre part, de garder à l'esprit le nécessaire arbitrage entre l'achat des permis et les réductions des émissions.

L'analyse de ce problème nécessite de considérer au préalable deux éléments :

- le nombre de permis à acheter pour élever le prix de celui-ci. Les entreprises voient donc leur coût de production augmenter. À partir de (1) et (4), nous obtenons¹⁵ : $e_1(R, P)$.
- ensuite, étant donné $e_1(R, P)$, les variations du coût de l'entreprise prédatrice engendrées par les variations du prix du permis et du bien doivent être déterminées. Pour cela, l'entreprise dominante minimise son coût total de production (composé du coût de production $C^1(x, e_1(P, R))$ ¹⁶ et du coût d'achat des permis au prix R) sous contrainte de produire la quantité de bien x au moyen de la fonction de production $f^1(q, e_1)$. Cette nouvelle

¹⁵ La démarche employée ici est identique à celle utilisée dans la section 3.

¹⁶ On rappelle que cette fonction est déjà une fonction de coût minimum par rapport à l'utilisation des autres inputs représentés par le vecteur q dont les prix sont donnés par le vecteur P_q .

fonction de coût total est noté \hat{C}^1 , où $\hat{C}^1 = C^1(x, e_1(P, R)) + R[e_1(R, P) - e_1^o]$. Par la suite, cette fonction de coût minimisée sera notée $\hat{C}^{1*}(x, R, P)$. Le programme correspondant à ce problème s'écrit :

$$\begin{aligned} \text{Min}_{P,R} \hat{C}^1 &= C^1(x, e_1(P, R)) + R[e_1(R, P) - e_1^o] & (8) \\ x - f^1(q, e_1) &\geq 0 \end{aligned}$$

On associe à cette contrainte le multiplicateur de Lagrange λ . On obtient :

$$\hat{C}_x^{1*} = \lambda \quad (9)$$

$$\hat{C}_P^{1*} = \frac{\partial e_1}{\partial P} [R + C_{e_1}^1 - \lambda f_{e_1}] \quad (10)$$

$$\hat{C}_R^{1*} = e_1 - e_1^o + \frac{\partial e_1(R, P)}{\partial R} [R + C_{e_1}^1 - \lambda f_{e_1}] \quad (11)$$

Le multiplicateur λ est égal au coût marginal de production \hat{C}_x^{1*} (9) et \hat{C}_P^{1*} (10) représente la variation des coûts de l'entreprise dominante due à une variation du prix du bien. Cette dernière entraîne une modification de la demande des entreprises de la frange concurrentielle pour le permis, et, par conséquent, de la somme de permis restant que peut se procurer le prédateur. La variation des coûts du prédateur à la suite de la variation du prix du permis est donnée par \hat{C}_R^{1*} (11). Elle est constituée d'une composante directe qui est la variation du nombre de permis échangés sur le marché ($e_1 - e_1^o$), et d'une composante indirecte. Cette dernière provient de l'impact de la variation de ces achats sur le prix, qui peut être compensé, d'une part, par les coûts de réduction des émissions évités et, d'autre part, par la variation de la productivité marginale du permis en valeur.

À partir de l'équation (11), nous pouvons analyser trois types de comportement de l'entreprise dominante qui peuvent être observés sur le marché des permis, mais qui sont généralement, dans la littérature économique, étudiés séparément¹⁷ :

- si elle adopte un comportement concurrentiel, $\hat{C}_R^{1*} = e_1 - e_1^o$.
- quand elle pratique une manipulation simple, on a : $\hat{C}_R^{1*} = 0$. L'entreprise décide d'échanger des permis jusqu'à ce que le revenu marginal du dernier permis acheté soit égal au coût marginal de ce facteur, où le revenu marginal du permis (Rm) est : $\lambda \cdot f_{e_1} + (-C_{e_1}^1)$, et le coût marginal (Cm) : $(e_1 - e_1^o) \frac{\partial R}{\partial e_1} + R$. Ici, le revenu ou bénéfice marginal procuré par la détention d'un permis est égal au bénéfice obtenu dans le processus de production : le permis de pollution est alors considéré comme un input sans lequel la production ne pourrait avoir lieu.

¹⁷ Pour l'étude de la « manipulation simple », se reporter à Hahn (1984), pour « l'exclusion par manipulation », se référer à Sartzetakis (1994, 1997) et Misiolek et Elder (1989).

– si l’entreprise 1 se rend compte du fait que le prix du permis affecte le coût de la frange concurrentielle, ce qui modifie leur offre de bien et donc la demande résiduelle qui lui est adressée, cette entreprise va exercer un comportement prédateur : elle va chercher à exclure les entreprises concurrentes du marché du bien en achetant plus de permis que nécessaire afin d’augmenter leur coût de production. On aura alors : $\hat{C}_R^{1*} > 0$. Sur le dernier permis acheté, le coût marginal est donc supérieur au bénéfice marginal. Nous pouvons dès à présent énoncer la proposition suivante :

Proposition 2 *À l’équilibre du marché des permis, l’entreprise prédatrice achète un nombre de permis tel que le coût marginal du permis (C_m) soit supérieur à sa recette marginale (R_m). Considérant seulement le marché des permis, elle achète donc le permis marginal à perte.*

La stratégie de sur-achat des permis est moins coûteuse par rapport au sur-achat d’autres inputs. D’une part, les permis achetés en excès peuvent être utilisés par le prédateur, ce qui lui permet d’économiser des coûts de réduction des émissions. D’autre part, la dotation initiale intervenant dans (11), plus l’entreprise prédatrice reçoit une dotation initiale de permis importante, moins son coût est élevé¹⁸. Ceci est spécifique au marché des permis. Nous retrouvons ici l’un des résultats de Sartzetakis (1994), mais dans un contexte plus général.

Le comportement de sur-achat ayant été formalisé et les variations du coût subies par le prédateur par rapport au prix du permis (11) et du bien (10) mises en évidence, il reste à déterminer la quantité de permis que l’entreprise dominante doit acheter pour que la stratégie d’exclusion soit profitable. À cette fin, on suppose que l’entreprise prédatrice maximise son profit. Comme la fonction $C^1(x, e_1)$ est déjà une fonction de coût minimum par rapport à l’utilisation des autres inputs représentés par le vecteur q dont les prix sont donnés par le vecteur P_q , le profit s’écrit :

$$\Pi_{1P,R} = P.x - C^1(x, e_1(P, R)) - R[e_1(R, P) - e_1^0]$$

En remplaçant $x = D(P) - S(P, R)$ et $\hat{C}^1 = C^1(x, e_1(P, R)) - R[e_1(R, P) - e_1^0]$, nous obtenons :

$$\Pi_{1P,R} = P[D(P) - S(P, R)] - \hat{C}^1(D(P) - S(P, R), R, P)$$

Connaissant $e_1(R, P)$, \hat{C}_R^{1*} , \hat{C}_P^{1*} et \hat{C}_x^{1*} , la maximisation du profit du prédateur mène aux conditions du premier ordre suivantes :

$$\frac{P - \hat{C}_x^{1*}}{P} = \frac{1 - \frac{\hat{C}_P^{1*}}{x}}{\varepsilon^d} \tag{12}$$

¹⁸ $C_{Re_1^0}^{1*} < 0$. Plus e_1^0 est élevé, moins la variation du coût de l’entreprise prédatrice par rapport au prix du permis est importante.

$$P - \hat{C}_x^{1*} = -\frac{\hat{C}_R^{1*}}{S_R} \quad (13)$$

où ε^d est l'élasticité prix de la demande résiduelle qui revient au prédateur, $\varepsilon^d = -\left[\frac{\partial(D-S)}{\partial P}\right] \left[\frac{P}{D-S}\right]$. De (12), on obtient un indice de Lerner qui indique que la marge relative sur les coûts marginaux de production du bien est inversement proportionnelle à l'élasticité prix de la demande, corrigée de la variation du coût moyen de cette entreprise engendrée par la variation du prix du bien.

En combinant les équations (12) et (13), on obtient la proposition suivante :

Proposition 3 *L'entreprise prédatrice achète un nombre de permis tel que :*

$$\frac{S_R}{D_P - S_P} = \frac{\frac{\hat{C}_x^{1*}}{x}}{1 - \frac{\hat{C}_P^{1*}}{x}}$$

Le terme de gauche de cette équation est égal à $\frac{\partial P}{\partial R} \Big|_x$ et représente la variation du prix du bien provenant de la réduction de la production des entreprises de la frange concurrentielle, engendrée par l'augmentation du prix du permis à production du prédateur fixée¹⁹. En d'autres termes, cette partie de l'équation représente l'augmentation du prix du bien dont bénéficie le prédateur²⁰ : à production égale (c'est-à-dire pour un niveau de production x fixé) ses recettes sont donc plus élevées. Le terme de droite correspond à l'augmentation de ses coûts moyens. L'entreprise prédatrice gagne à exclure ses concurrents tant que le gain marginal obtenu sur le marché du bien est plus élevé que l'augmentation de ses coûts moyens. L'équilibre est atteint lorsque les gains marginaux sont totalement compensés par l'augmentation du coût moyen. Au delà de cette limite, la stratégie d'exclusion devient plus coûteuse que les bénéfices qu'elle procure.

Le prédateur, conscient de l'effet d'une augmentation du prix du permis sur l'offre de bien de la frange concurrentielle, a intérêt, pour essayer d'exclure ses concurrents, à acheter plus (vendre moins) de permis qu'il ne l'aurait fait s'il avait agi seulement comme un simple monopsonne (monopole)^{21,22}. Par ailleurs, on peut noter que lorsque la valeur de l'exclusion contenue dans les permis est forte, quand le prédateur est, au départ, en situation de monopole sur le marché des permis, il peut devenir un monopsonne : au lieu de vendre encore moins de permis par rapport à la situation de monopole, il peut devenir acheteur.

¹⁹ Lorsque le marché du bien est équilibré, on a $D(p) = x + S(R, P)$. Par conséquent, en notant $D(p) = x - S(R, P) = 0$ et en appliquant le théorème des fonctions implicites, nous obtenons immédiatement : $\frac{\partial P}{\partial R} = \frac{S_R}{D_P - S_P}$, soit le terme de gauche dans l'équation de la proposition 3.

²⁰ Ce que Salop et Scheffman (1987) appellent « le transfert vertical dans la courbe de demande résiduelle ».

²¹ On rappelle ici que la position dominante sur le marché des permis peut provenir des technologies de production, de réduction des émissions et/ou des dotations initiales des permis.

²² L'équilibre du marché des permis nécessite, par ailleurs, qu'il existe suffisamment d'entreprises vendeuses (acheteuses) lorsque l'entreprise dominante exerce un comportement de type monopsonne (monopole). On suppose que cette condition est toujours satisfaite.

Dans tous les cas, l'entreprise prédatrice exerce alors ce que l'on a appelé une « exclusion par manipulation », ce qui ne signifie pas nécessairement que les entreprises concurrentielles vont sortir du marché, mais qu'elles vont toutefois être contraintes de réduire leur production. La différence entre le coût et le revenu marginal peut ainsi être assimilée à la valeur de l'exclusion contenue dans le dernier permis acheté, et donc appelée « valeur marginale de l'exclusion ». Cette différence correspond à la notion de « sur-achat » des permis.

5 Stratégie d'exclusion et prix du permis

Lorsque le prix du permis est différent de son niveau concurrentiel, les décisions des entreprises sont biaisées, puisqu'elles sont basées sur une variable qui n'est pas représentative du vrai coût marginal de réduction des émissions. Par conséquent, les entreprises ne choisissent plus le niveau optimal de réduction des émissions. Si, par exemple, une entreprise se comporte comme un monopole sur le marché des permis, le prix du permis sera plus élevé que son niveau concurrentiel. Les entreprises vont alors davantage réduire leurs émissions par rapport à l'équilibre concurrentiel²³. Les décisions dans le domaine des investissements ne sont également plus optimales. Plus le prix du permis est éloigné de l'équilibre concurrentiel, plus les décisions s'écartent de l'optimum.

Dans ce contexte, il est intéressant d'analyser la variation du prix du permis à la suite de la stratégie de prédation par rapport à son niveau concurrentiel. En reprenant l'équation (5), nous allons déterminer cette variation de façon analytique.

Lorsque l'entreprise adopte un comportement concurrentiel, $R^c = -C_{e_1}^1$, où R^c est la valeur du permis à l'équilibre concurrentiel. La différence entre le prix issu du sur-achat et le prix concurrentiel est obtenue à partir de (5) :

$$R - R^c = -\frac{\partial R}{\partial e_1} \left[\frac{\partial S(P, R)}{\partial R} (P - C_x^1) + e_1 - e_1^o \right]$$

Deux cas doivent être alors distingués, en fonction de la dotation initiale de permis accordée à l'entreprise dominante.

- Lorsque $e_1 < e_1^o$, on a : $R > R^c$.

Quand l'entreprise dominante est un monopole sur le marché des permis, elle vend moins de permis par rapport à l'équilibre concurrentiel.

²³ L'analyse est symétrique quand une entreprise se comporte comme un monopsonne : le prix du permis est plus faible que son niveau concurrentiel et les entreprises réduisent moins leurs émissions par rapport à l'équilibre concurrentiel.

La stratégie de prédation la conduit à en vendre encore moins. Par conséquent, le prix du permis est plus élevé que son niveau concurrentiel. L'exclusion par manipulation a donc ici un effet « anti concurrentiel ».

- Lorsque $e_1 > e_1^o$, il existe une indétermination quant à la variation du prix du permis :

- Si $e_1 - e_1^o > -\frac{\partial S(P,R)}{\partial R}(P - C_x^1) \Rightarrow R > R^c$. Nous retrouvons les conséquences citées précédemment.

- Si $e_1 - e_1^o < -\frac{\partial S(P,R)}{\partial R}(P - C_x^1) \Rightarrow R < R^c$. Nous pouvons ici distinguer deux effets : tout d'abord, l'entreprise monopsonne cherche à acheter moins de permis par rapport à l'équilibre concurrentiel afin de ne pas faire trop augmenter le prix. Cependant, le comportement de prédation consiste à acheter davantage de permis pour exclure les concurrentes. Aussi, si la valeur de l'exclusion contenue dans le permis est faible, la stratégie d'exclusion peut avoir un effet « pro concurrentiel » en rapprochant le prix du permis de sa valeur concurrentielle.

Il existe donc une valeur de l'exclusion telle que $R = R^c$. Lorsque le nombre de permis que le prédateur décide d'acheter est égal au gain net obtenu sur le marché du bien²⁴, c'est-à-dire lorsque $[e_1 - e_1^o] = \left[-\frac{\partial S(P,R)}{\partial R}(P - C_x^1) \right]$, le prix du permis atteint son niveau concurrentiel.

Dans ce contexte, donner à l'entreprise dominante le nombre de permis dont elle a besoin à l'équilibre concurrentiel conduit le prix du permis à s'écarter de son niveau concurrentiel. Par conséquent, le résultat de Hahn (1984) n'est plus vérifié. Cependant, il existe une autre dotation initiale qui permet de restaurer l'efficacité du marché, ce qui confirme les résultats de Godby (1996) et de Sartzetakis (1994) obtenus dans le cas particulier d'un duopole de Cournot. Les fonctions de coûts sont alors spécifiées et les résultats obtenus dépendant de la valeur des paramètres choisis. Nous qualifions, ici, cette dotation de permis dans un contexte alors plus général que celui employé par ces auteurs. Si l'entreprise prédatrice reçoit la dotation suivante en permis : $e_1^o = e_1 + \frac{\partial S(P,R)}{\partial R}(P - C_x^1)$, alors le prix du permis est égal à sa valeur concurrentielle.

Le calcul de cette dotation semble, en pratique, difficile. En effet, si les pouvoirs publics disposaient d'information parfaite sur les coûts marginaux de réduction des émissions des entreprises, il n'y aurait aucun intérêt à instaurer un marché de permis : il suffirait de fixer, à chaque entreprise, le niveau optimal de réduction à effectuer. En revanche, en présence d'asymétrie d'information sur ces coûts, les marchés de permis d'émission conduisent les entreprises à choisir de façon décentralisée ces niveaux optimaux de réduction des émissions²⁵. Ces marchés sont donc choisis pour remédier à ce problème d'asymétrie d'information, alors que la dotation initiale de permis qui doit être accordée à l'entreprise dominante pour restaurer l'équilibre concurrentiel nécessite de connaître son coût marginal de réduction

²⁴ Se reporter à la section 3, concernant la définition de la valeur d'exclusion.

²⁵ À condition que le marché des permis fonctionne de façon concurrentielle.

des émissions. La présence d'asymétrie d'information entre les entreprises et les pouvoirs publics complique donc la détermination de la dotation initiale de permis énoncée ci-dessus.

Les différents éléments qui précèdent nous amènent à la proposition suivante :

Proposition 3 *La stratégie d'exclusion a toujours des effets « anti concurrentiels » (respectivement « pro concurrentiels ») lorsque $e_1^o > e_1$, et quand $e_1^o < e_1$, si $e_1 - e_1^o > -\frac{\partial S(P,R)}{\partial R}(P - C_x^1)$ (lorsque $e_1^o < e_1$ et si $e_1 - e_1^o < -\frac{\partial S(P,R)}{\partial R}(P - C_x^1)$). En outre, la stratégie d'exclusion permet de restaurer l'équilibre concurrentiel lorsque $e_1^o = e_1 + \frac{\partial S(P,R)}{\partial R}(P - C_x^1)$, puisque, dans ce cas, $R = R^c$.*

Si les pouvoirs publics préfèrent une distribution payante, selon un mécanisme d'enchère par exemple, les dotations initiales de chaque entreprise sont nulles, et, notamment, $e_1^o = 0$. Seul le cas du monopsonne subsiste. Par conséquent, il est alors possible que le prix du permis se rapproche de son niveau concurrentiel, sans intervention des pouvoirs publics. Ce dernier résultat précise celui de Sartzetakis (1994) : l'auteur montre que le prix du permis est toujours plus élevé que son niveau concurrentiel lorsque les dotations initiales sont nulles. Cela semble dû aux hypothèses retenues par l'auteur, qui conduisent à une valeur de l'exclusion du permis élevée pour l'entreprise prédatrice. Notre analyse montre donc que ce résultat ne doit pas être généralisé : il dépend de la valeur de l'exclusion contenue dans le permis. La stratégie d'exclusion peut, en fonction de cette valeur, rapprocher le prix du permis de son niveau concurrentiel.

Par ailleurs, Godby (1996) montre de façon expérimentale que si l'entreprise prédatrice est un monopole, le prix du permis est toujours plus élevé qu'à l'équilibre concurrentiel. En revanche, le résultat demeure indéterminé lorsque l'entreprise est un monopsonne, ce que les développements graphiques présentés par Misiolek et Elder (1989) confirment. Dans cet article, nous avons levé cette indétermination, puisque nous avons montré, dans un cadre général, dans quel cas le prix du permis augmente ou diminue à la suite de la stratégie de prédation.

6 Simulations numériques

L'objet de la section précédente était d'analyser les conséquences de la stratégie d'exclusion sur le prix du permis. Toutefois, ces dernières sont indépendantes de la réussite ou non de cette stratégie. En effet, une entreprise peut faire le choix d'exercer un comportement prédateur, et s'apercevoir, ex post, que la stratégie a échoué. Nous allons présenter, ici, une simulation numérique de façon à étudier la vraisemblance de l'exclusion par manipulation. Nous montrerons alors que notre cadre d'analyse – plus large que celui

de Sartzetakis (1994) – permet d'exposer des effets nouveaux par rapport aux simulations de cet auteur.

Tout d'abord, nous exposons les variations du prix du permis et la demande (offre) nette de l'entreprise prédatrice, afin d'illustrer les résultats exposés dans la section 5 (figure 1). La figure 2 montrera l'impact de l'exclusion par manipulation sur le prix du bien. Enfin, de façon à évaluer si la stratégie de prédation est profitable ou non pour le prédateur, les variations des parts de marché seront représentées par la figure 3²⁶ et la figure 4 donnera le profit obtenu par l'entreprise prédatrice.

La figure 1 montre comment le prix du permis manipulé (R) varie par rapport à sa valeur concurrentielle (R^c). En outre, la demande (offre) nette de l'entreprise prédatrice est également représentée ($e_1 - e_1^\circ$). Nous pouvons, ainsi, relier les variations du prix du permis à la demande (offre) nette de permis de l'entreprise prédatrice.

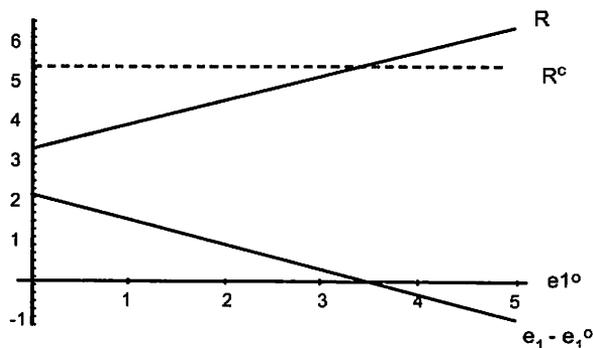


Figure 1 : Demande de permis et variation du prix du permis

Lorsque $e_1^\circ \in [0, 3.5]$, l'entreprise prédatrice exerce un pouvoir de monopsonne sur le marché des permis²⁷. Le prix du permis manipulé peut alors être inférieur ou supérieur à sa valeur de l'équilibre concurrentiel. Plus précisément, lorsque la dotation initiale de l'entreprise prédatrice est égale à 3.44 permis, le prix du permis manipulé atteint sa valeur concurrentielle. Ainsi, lorsque $e_1^\circ \in [0, 3.44[$, le gain net que l'entreprise prédatrice peut obtenir sur le marché du bien – la valeur d'exclusion que le permis présente – est faible. « L'effet monopsonne » est plus élevé que « l'effet prédateur », et le prix du permis diminue à la suite de la stratégie de prédation. Par contre, lorsque $e_1^\circ \in]3.44, 3.5[$ la valeur d'exclusion devient plus élevée et « l'effet prédation » l'emporte sur « l'effet monopsonne » : le prix du permis augmente. Si l'entreprise dominante reçoit plus de 3.5 permis, elle devient, dans ce cas, monopole sur le marché des permis. La stratégie de sur achat renforce les conséquences de la manipulation simple et le prix du permis manipulé est

²⁶ Se reporter à l'annexe pour le détail de la simulation.

²⁷ Ces valeurs sont indiquées dans le tableau figurant dans l'annexe.

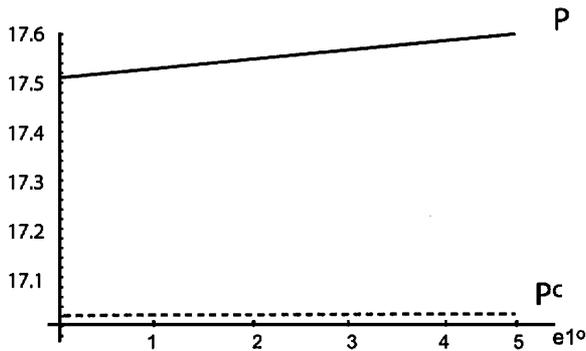


Figure 2 : *Variation du prix du bien*

toujours plus grand que son niveau concurrentiel. Nous retrouvons, ainsi, les résultats développés dans la section 5.

Concernant le prix du bien, on observe sur la figure 2 que la stratégie d'exclusion le conduit à toujours être plus élevé (P) que son niveau concurrentiel (P^c). Par ailleurs, il est d'autant plus grand que l'entreprise prédatrice reçoit une dotation initiale de permis importante. En effet, la stratégie de prédation est moins coûteuse lorsque la dotation initiale de permis est élevée.

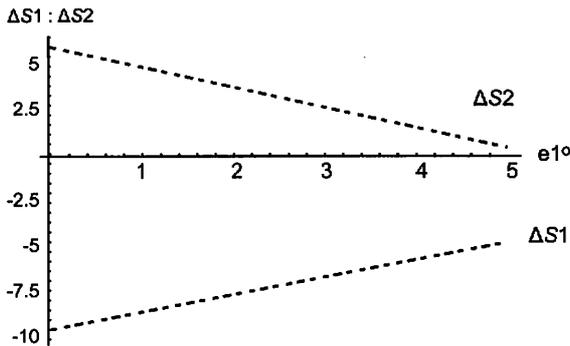


Figure 3 : *Variation des parts de marché*

De façon à analyser si cette augmentation du prix du bien profite à l'entreprise prédatrice, nous avons représenté, d'une part, les variations des parts de marché des entreprises consécutives à la stratégie d'exclusion (figure 3). Nous observons que l'entreprise prédatrice perd des parts de marché par rapport à la situation concurrentielle (ΔS_1), alors que l'entreprise concurrentielle en gagne (ΔS_2). Par contre, la perte est d'autant plus faible que la distribution initiale qu'elle reçoit est importante. D'autre part, la figure 4 représente le profit obtenu lorsque cette entreprise se comporte de façon concurrentielle (π^c) et prédatrice (π). Nous observons que son profit est toujours plus élevé avec exclusion par manipulation.

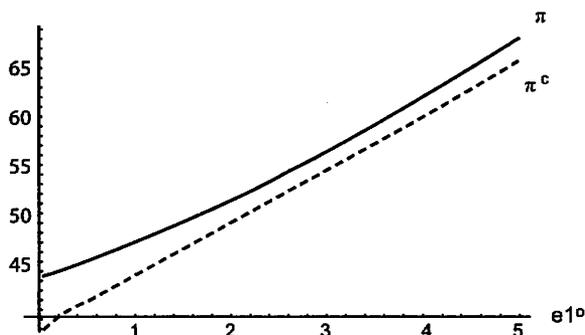


Figure 4 : Profit de l'entreprise 1

Cet exemple numérique nous permet d'insister sur une autre dimension de la stratégie d'exclusion, en se plaçant du côté de la frange concurrentielle. En effet, les entreprises concurrentielles subissent, d'une part, la variation du prix du permis, mais, d'autre part, peuvent profiter de l'augmentation du prix du bien. Selon l'importance de ces deux effets, la stratégie d'exclusion peut s'avérer ou non être un succès en terme de gain de part de marché. Si le premier l'emporte sur le second, les entreprises concurrentielles réduisent leur part de marché au profit de l'entreprise prédatrice. Dans le second cas, elles augmentent leur production, puisqu'il devient plus profitable de produire. Dans notre exemple, l'augmentation du prix du bien l'emporte sur la variation du prix du permis, et il devient alors plus avantageux pour la frange concurrentielle d'augmenter son niveau de production.

Les résultats de notre simulation diffèrent de ceux de Sartzetakis (1994). En effet, cet auteur expose une stratégie d'exclusion qui permet toujours au prédateur d'augmenter sa part de marché au détriment de sa rivale. On peut attribuer le succès de cette stratégie aux hypothèses utilisées. Comme le coût marginal de production des entreprises est constant et que l'industrie est organisée en duopole de Cournot, la production totale est identique *quel que soit* le comportement adopté par les entreprises sur le marché des permis (comportement concurrentiel ou prédateur). Ainsi, la stratégie prédatrice conduit toujours le prix du permis à être plus élevé que son niveau concurrentiel. Comme le prix du bien reste constant (puisque la production globale ne change pas), l'entreprise concurrentielle sur le marché des permis ne subit que l'effet négatif lié à l'augmentation du prix du permis, et sa production diminue au profit du prédateur. L'effet d'augmentation du prix du bien mis en évidence plus haut n'existe donc pas dans ce contexte. Comme la production est constante, ce que gagne le prédateur en terme de part de marché correspond forcément à ce que l'autre perd : $\Delta S_1 = -\Delta S_2$. C'est un jeu à somme nulle²⁸.

²⁸ Les leçons que l'auteur obtient en termes de distribution initiale des permis sont obtenues dans ce contexte. Par ailleurs, l'auteur note que si l'on modifie ces hypothèses et que l'on suppose une entreprise en leader de Stackelberg en prix avec un coût marginal de production non constant, la stratégie de prédation réussit à augmenter la part de marché du prédateur surtout si cette dernière est initialement très faible.

Cette section nous a permis, d'une part, d'illustrer les résultats mis en évidence dans la section 5, et d'autre part, de noter que le prédateur peut échouer à faire augmenter sa part de marché au détriment de la frange concurrentielle. Toutefois, la stratégie reste, ici, profitable en terme d'augmentation du profit. Ces résultats sont obtenus grâce à notre cadre d'hypothèses moins restrictif que celui adopté par Sartzetakis (1994), ce qui nous a permis d'introduire, par rapport à cet auteur, de nouveaux effets.

7 Conclusion

Nous avons donc montré, dans cet article, que si les entreprises soumises à un marché de permis d'émission produisent le même bien et si elles n'ont pas la possibilité de se délocaliser, alors une entreprise déjà dominante sur le marché des permis peut pratiquer une exclusion par manipulation lorsque l'offre de la frange concurrentielle est sensible au prix du permis²⁹. Le permis de pollution comporte alors une valeur d'exclusion. Contrairement à Misiolek et Elder (1989) qui se limitent à exposer cette notion, nous l'avons caractérisée. Elle correspond au gain net que l'entreprise prédatrice peut se procurer sur le marché du bien. Dans un contexte plus général que Sartzetakis (1994, 1997), nous avons évalué la stratégie de sur-achat, qui est alors déterminée par un arbitrage coût-bénéfice. Nous avons mis en évidence les spécificités de cette stratégie sur un marché de permis : elle est moins coûteuse par rapport au sur-achat d'autres inputs lorsque l'entreprise reçoit une dotation initiale de permis importante, puisque les permis peuvent être utilisés, ce qui économise des coûts de réduction des émissions. Par ailleurs, Misiolek et Elder (1989) montrent graphiquement la possibilité que le prix du permis se rapproche de son niveau concurrentiel à la suite de la stratégie d'exclusion, selon une valeur « forte » ou « faible » de l'exclusion contenue dans le permis. Dans cet article, nous montrons que lorsque l'entreprise prédatrice est un monopole sur le marché des permis, la stratégie d'exclusion conduit toujours le prix du permis à s'éloigner de sa valeur concurrentielle, de même lorsqu'elle est un monopsonne et que le nombre de permis à acheter est supérieur aux gains nets qu'elle peut obtenir sur le marché du bien³⁰. Dans le cas contraire, le prix du permis se rapproche de son niveau concurrentiel.

Une simulation numérique avec un cadre d'hypothèses élargi par rapport à celui retenu par Sartzetakis (1994) nous a alors permis de mettre en évidence le possible échec de l'entreprise prédatrice à augmenter sa part de marché à la suite de la stratégie d'exclusion. En effet, la frange concurrentielle subit deux effets consécutifs au comportement prédateur : celui de

²⁹ Une extension de ces travaux serait d'envisager sous quelles autres hypothèses l'exclusion par manipulation peut apparaître.

³⁰ Se reporter à la section 5.

l'augmentation du prix du bien, rendant la production plus profitable, et celui concernant la variation du prix du permis. Si le premier l'emporte sur le second, la frange concurrentielle peut alors augmenter sa part de marché et la stratégie d'exclusion, pour le prédateur, échoue à augmenter sa propre part de marché. Ce cas n'apparaît pas dans les travaux de l'auteur cité plus haut.

À partir de ces résultats, des leçons en termes de distribution initiale des permis peuvent être tirées d'un point de vue de l'efficacité. Quelle que soit la position de l'entreprise dominante sur le marché des permis (monopole ou monopsonne), lui donner, dans le cadre d'une distribution gratuite des permis, un nombre de permis correspondant à ses besoins à l'équilibre concurrentiel ne permet pas de restaurer l'optimum. Pour cela, il faudrait lui donner une autre allocation de permis, mais cette dernière semble, comme nous l'avons signifié, difficilement calculable. Par ailleurs, lorsque les permis sont vendus, les dotations initiales sont nulles et seul le cas du monopsonne subsiste. Il est donc possible que le prix du permis se rapproche de son niveau concurrentiel. Cependant, les pouvoirs publics perdent un moyen d'intervention (la dotation initiale des permis). Il s'agit donc de choisir entre la distribution des permis au moyen d'une enchère, qui peut conduire au prix concurrentiel, et la distribution gratuite, qui permet de répartir les coûts selon le sens de l'équité des pouvoirs publics, mais qui aboutit de façon moins probable à un prix du permis égal à son niveau concurrentiel. Il faut également avoir à l'esprit qu'une vente aux enchères des permis rend la stratégie d'exclusion plus coûteuse pour le prédateur, alors que la distribution gratuite peut la rendre moins efficace, puisque les entreprises existantes peuvent refuser de vendre les permis en leur possession, faisant ainsi échouer la stratégie de prédation. Ce dernier argument mérite toutefois d'être relativisé puisqu'il sous-entend une certaine forme de collusion de la part des entreprises en place, hypothèse qui n'a pas été développée dans cet article. L'arbitrage entre une distribution gratuite et payante des permis doit donc prendre en compte tous ces cas de figure.

Toutefois, il faut noter que ces conclusions dépendent de notre cadre d'étude, limité à une analyse d'équilibre partiel. Une extension de ce cadre d'analyse permettrait de prendre en compte, notamment, la possibilité de second dividende permise par le recyclage des recettes que peut générer une vente aux enchères. En effet, les recettes peuvent être utilisées, par exemple, pour réduire d'autres taxes distorsives en place, comme les taxes sur le travail. Cependant, l'introduction du second dividende nécessite de considérer un autre modèle que celui présenté dans cet article. Le choix d'une distribution payante se baserait alors, sans doute, sur un arbitrage entre la perte d'efficacité engendrée par l'exclusion par manipulation et le gain d'efficacité permis par le recyclage des recettes. Les conclusions tenant à la comparaison des différentes formes de distribution des permis seraient alors peut-être différentes de celles exposées ici. Cette question mérite d'être traitée de façon plus rigoureuse ultérieurement.

En ce qui concerne la politique de la concurrence, les pouvoirs publics pourraient être amenés à entreprendre des actions contre les entreprises qui adoptent des comportements non concurrentiels sur les marchés de permis. La présence d'une entreprise prédatrice pourrait donc être décelée si elle achète un nombre de permis tel que le coût marginal du dernier permis acheté soit plus élevé que le bénéfice qu'il procure. Bien sûr, cette solution se heurte, encore une fois, à l'asymétrie d'information entre les pouvoirs publics et les entreprises concernant le coût marginal de réduction des émissions. En supposant que ce problème soit résolu, il s'agit de déterminer, ensuite, si la stratégie d'exclusion éloigne le prix du permis de son niveau concurrentiel ou non. Alors que dans le premier cas, la stratégie d'exclusion doit être sanctionnée (par des mécanismes faisant partie d'un ensemble plus large de modalités de mise en œuvre d'un marché de permis), le second cas doit faire l'objet d'une réflexion plus poussée.

8 Annexe

Fonctions utilisées dans les simulations : fonction de demande, $D(P) = A - P$, coût de production de i , $i = 1, 2$: $C^i = c_i(y_i)^2$. Les émissions des entreprises (e_i) et la réduction de la pollution (A_i) sont proportionnelles aux niveaux de production : $e_i = \gamma_i y_i$, $A_i = \alpha_i y_i$ où γ_i est le taux d'émission par unité de production et α_i est le taux de réduction par unité de production choisi par chaque entreprise, $i = 1, 2$. Le coût de réduction des émissions dépend du niveau des réductions choisies³¹ : $C(A_i) = d_i \alpha_i y_i + (\alpha_i)^2 y_i^2$ avec $d_i > 0$.

Les valeurs attribuées aux paramètres sont : $A = 30$, $c_1 = c_2 = 1$, $\gamma_1 = 1$, $\gamma_2 = 0.5$, $d_1 = d_2 = 1$, $E^0 = 5$.

À l'équilibre concurrentiel, $P^c = 17.02$, $R^c = 5.39$, $y_1^c = 5.81$, $y_2^c = 7.16$, $\alpha_1^c = 0.37$, $\alpha_2^c = 0.30$, $e_1^c = 3.62$, $e_2^c = 1.38$.

Le tableau 1 indique quelques équilibres obtenus lorsque l'entreprise 1 pratique une exclusion par manipulation. Ces résultats dépendent de la dotation initiale qui lui est accordée. Nous avons ici reporté, en fonction de e_1^0 , le prix du permis et du bien, les niveaux de production et les taux de réduction des émissions de chaque entreprise ainsi que les demandes (offres) nettes de permis. Par ailleurs, ΔS_i correspond à la variation de la part de marché de l'entreprise i en pourcentage consécutive à la stratégie de prédation.

³¹ La fonction quadratique, empruntée à Sartzetakis (1994) nous permet d'obtenir, d'une part, des demandes de permis décroissantes par rapport à leur prix, et, d'autre part, de mener à bien la simulation numérique.

e_1^o	0	3.44	3.5	4	5
R	3.30	$5.39 = R^c$	5.42	5.73	6.33
P	17.50	17.57	17.571	17.58	17.59
x	4.56	4.99	5	5.06	5.18
y_2	7.92	7.43	7.42	7.35	7.21
α_1	0.52	0.303	0.3	0.27	0.21
α_2	0.14	0.295	0.298	0.32	0.37
$e_1 - e_1^o$	2.18	0.03	0	-0.31	-0.93
$e_2 - e_2^o$	-2.18	-0.03	0	0.31	0.93
ΔS_1	-9.64	-6.32	-6.27	-5.79	-4.82
ΔS_2	5.90	2.10	2.04	1.49	0.39

Références

- Bonnieux F. et B. Desaigues (1998), *Économie et politiques de l'environnement*, Précis Dalloz, Sciences Économiques.
- Buñuel M. (2003), "Monopolization of a polluting industry using tradable emission permits", papier présenté à l'EAERE, Bilbao.
- Cason T.N. (1993), "Seller incentive properties of EPA's emission trading auction", *Journal of Environmental Economics and Management*, 25, pp. 177-195.
- Cason T.N. (1995), "An experimental investigation of the seller incentives in EPA's emission trading auction", *American Economic Review*, 85 (4), pp. 905-922.
- Cason T.N. et C.R. Plott (1996), "EPA's new emissions trading mechanism : a laboratory evaluation", *Journal of Environmental Economics and Management*, 30, pp. 133-160.
- Chen Y.H. et B.F. Hobbs (2003), "An oligopolistic power market model with tradable NOx permits", Working Paper de l'IEEE, Department of geography & environmental engineering, Whiting School of Engineering, the Johns Hopkins University, Baltimore.
- Dijkstra B.R. et M. Haan (2001), "Sellers'hedging incentives at EPA's emission trading auction", *Journal of Environmental Economics and Management*, 41, pp. 286-294.

- Godby R. (1996), An experimental economic examination of market power in emission permit markets, Thèse, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada.
- Godby R. (2000), "Market power and emission trading : theory and laboratory results", *Pacific Economic Review*, 5 (3), pp. 349-363.
- Hahn R.W. (1984), "Market power and transferable property rights", *Quarterly Journal of Economics*, 99 (4), pp. 753-765.
- Holcombe R.G. et R.E. Meiniers (1980), "Corrective taxes and auctions of rights in the control of externalities", *Public Finance Quarterly*, 9 (4), pp. 479-484.
- Holcombe R.G. et R.E. Meiniers (1981), "Corrective taxes and auctions of rights in the control of externalities : a reply", *Public Finance Quarterly*, 18 (3), pp. 345-349.
- Klaassen G. et A. Nentjes (1997), "Sulfur trading under the 1990 CAAA in the US : an assessment of first experiences", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 153 (2), pp. 384-409.
- Kolstad J. et F. Wolak (mai 2003), "Using environmental emissions permit prices to raise electricity prices : evidence from the California electricity market", Working Paper CSEM 113.
- Krattenmaker T.G. et S.C. Salop (1986), "Anticompetitive exclusion : raising rival's costs to achieve power over price", *The Yale Law Journal*, 96, pp. 209-293.
- Kruse J.B. et S.R. Elliott (1992), "Strategic manipulation of pollution permit markets : an experimental approach", Working Paper N°26, Département d'économie, Université du Colorado, Boulder.
- Kruse J.B., S.R. Elliott et R.Godby (1995), "Strategic manipulation of pollution permit markets : an experimental approach", Working Paper N°95-10, Département d'économie, Université du Colorado, Boulder.
- Lyon R.M. (1986), "Equilibrium properties of auctions and alternative procedures for allocating transferable permits", *Journal of Environmental Economics and Management*, 13 (2), pp. 129-152.
- Maloney M.T. et R.E. McCormick (1982), "A positive theory of environmental quality regulation", *Journal of Law and Economics*, 25, pp. 99-123.
- Misiolek W.S. et H.W. Elder (1989), "Exclusionary manipulation of markets for pollution rights", *Journal of Environmental Economics and Management*, 16 (2), pp. 156-166.
- Oates W.E. (1981), "Corrective taxes and auctions of rights in the control of externalities : some further thoughts", *Public Finance Quarterly*, 9 (4), pp. 471-478.
- Salop S.C. et D.T. Scheffman (1987), "Cost-Raising strategies", *Journal of Industrial Economics*, 36 (1), pp. 19-34.

- Sartzetakis E.S. (juin 1994), « Permis d'émission négociables et réglementation dans des marchés de concurrence imparfaite », *L'Actualité Économique, Revue d'Analyse Économique*, 70 (2), pp. 139-157.
- Sartzetakis E.S. (1997), "Raising rivals' costs strategies via emission permits markets", *Review of Industrial Organization*, 12 (5-6), pp. 751-765.
- Svendsen G.T. et M. Vesterdal (2003), "CO₂ trade and market power in the EU electricity sector", Working Paper.
- Tietenberg T.H. (1985), *Emission trading*, Resources for the Future, Washington. D.C.
- Von Der Fehr N.H. (1993), "Tradable emission rights and strategic interaction", *Environmental and Resource Economics*, 3, pp. 129-151.

