Document generated on 04/23/2024 5:45 p.m.

L'Actualité économique

La fiscalité des ressources non renouvelables : anciennes et nouvelles questions

Pierre Lasserre

Volume 66, Number 4, décembre 1990

Symposium en économie des ressources naturelles

URI: https://id.erudit.org/iderudit/601545ar
DOI: https://doi.org/10.7202/601545ar

See table of contents

Publisher(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (print)
1710-3991 (digital)

Explore this journal

Cite this article

Lasserre, P. (1990). La fiscalité des ressources non renouvelables : anciennes et nouvelles questions. *L'Actualité économique*, *66*(4), 403–420. https://doi.org/10.7202/601545ar

Article abstract

The impact of various taxes on extraction and investment programs is fairly well understood. However some institutions and some features of non-renewable-resource taxation remain mysterious in their apparent complexity. I argue that such "modern" considerations as information asymmetries, committment, dynamic consistency, attitudes toward risk, strategic behaviour, etc. may help understand them. In particular, I show how differences in the tax treatment of firms at various phases of their life, may be due to information revelation constraints, and that the extremely favourable treatment of such early activities as exploration may be due to the inability of governments to pre-commit.

Tous droits réservés © HEC Montréal, 1990

This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

https://www.erudit.org/en/

L'Actualité économique, Revue d'analyse économique, vol. 66, nº 4, décembre 1990

LA FISCALITÉ DES RESSOURCES NON RENOUVELABLES: ANCIENNES ET NOUVELLES QUESTIONS*

Pierre LASSERRE
Département des sciences économiques
CERPE
Université du Québec à Montréal;
CRDE
Université de Montréal

RÉSUMÉ — Si l'analyse de l'impact des diverses formes d'impôts sur les firmes extractives est à peu près maîtrisée, certaines institutions et particularités fiscales semblent mal s'expliquer, si ce n'est par des considérations plus «modernes»: information imparfaite et incertitude; asymétries d'information; crédibilité et cohérence dynamique; attitudes face au risque; comportements stratégiques. J'illustre notamment comment on peut expliquer les disparités du traitement fiscal selon les époques de la vie des firmes par des contraintes de révélation d'information, et le traitement très favorable de certaines activités comme l'exploration par des considérations de crédibilité.

ABSTRACT — The impact of various taxes on extraction and investment programs is fairly well understood. However some institutions and some features of non-renewable-resource taxation remain mysterious in their apparent complexity. I argue that such «modern» considerations as information asymmetries, committment, dynamic consistency, attitudes toward risk, strategic behaviour, etc. may help understand them. In particular, I show how differences in the tax treatment of firms at various phases of their life, may be due to information revelation constraints, and that the extremely favourable treatment of such early activities as exploration may be due to the inability of governments to pre-commit.

INTRODUCTION

La fiscalité des ressources non renouvelables est complexe tant dans sa réalité empirique que dans son analyse théorique. Pendant longtemps son étude a consisté à adapter à un contexte dynamique beaucoup plus compliqué des méthodes, questionnements et critères d'évaluation déjà répandus dans les autres domaines d'application de la fiscalité. Les embûches qui parsemaient cette portion du chemin expliquent la durée de la démarche et le fait qu'on puisse à peine la considérer accomplie.

---

* Communication préparée pour le 30e Congrès annuel de la Société canadienne de science économique, Saint-Jovite, 16-18 mai 1990.

Si l'analyse positive de l'impact des diverses formes d'impôts constitue un domaine à peu près maîtrisé (voir Lasserre, 1990; Gaudet et Lasserre, 1989, pour des traitements et bibliographies relativement complets), il demeure qu'en économie des ressources non renouvelables comme dans la plupart des autres champs de la microéconomie, certaines institutions et particularités peuvent difficilement s'expliquer sans faire intervenir des considérations plus «modernes»: information imparfaite et incertitude; asymétries d'information; crédibilité et cohérence dynamique; attitudes face au risque; comportements stratégiques.

L'objectif de cet article est de faire apparaître quelques-uns des éclairages que peut apporter la prise en compte de ce genre de considérations. L'approche est résolument pédagogique et très peu technique. Néanmoins, et sans prétendre être le premier à les aborder, j'ai l'ambition de soulever grâce à elle des questions qui constituent réellement la frontière actuelle en matière de fiscalité des ressources non renouvelables. En présentant des éléments de réponse qui sont encore entachés d'incertitude et d'imprécision puisqu'en grande partie puisés dans des travaux en cours menés conjointement avec Gérard Gaudet et Ngo Van Long, j'espère stimuler un peu l'imagination et la critique, peut-être également susciter la poursuite d'autres voies que, par manque d'imagination ou d'espace, je n'aurai pas évoquées ici.

Cet article ne prétend pas être complet ni même objectif. La portion récapitulative des sections 1 et 2 n'est pas là pour dresser un bilan, mais plutôt pour exposer ma perception de ce qui a été fait et justifier ma conception de ce qui reste à faire. À la section 3, je présente un modèle de la firme extractive qui est dépouillé de tout ornement autre que fondamental; il préserve les considérations d'épuisement et d'allocation intertemporelle; il se prête à l'analyse de certains problèmes d'information et à la prise en compte de certaines des irréversibilités qui jalonnent l'existence de la firme extractive. La résolution en parfaite information en est présentée en section 4 et le reste de l'article consiste en des variations sur divers thèmes à partir de ce modèle: introduction de l'asymétrie d'information en section 5; introduction d'une contrainte de crédibilité en section 6; discussion des situations où il existe une phase d'incertitude sans asymétrie d'information *ex ante* en section 7; mariage des modèles précédents en un modèle à trois phases en section 8.

Malgré les limites qu'impose l'extrême simplicité de la modélisation retenue, il semble que certaines particularités de la fiscalité des ressources non renouvelables trouvent alors une plausibilité qu'on ne leur accordait peut-être pas auparavant.

1. ANALYSE TRADITIONNELLE DE L'IMPACT DE LA FISCALITÉ

La fiscalité des ressources naturelles non renouvelables fait l'objet d'une littérature abondante dont les préoccupations sont voisines de celles qui sous-tendent l'étude en équilibre partiel de la fiscalité de la firme conventionnelle. Il s'agit d'identifier les effets de la fiscalité sur la production des firmes et leurs décisions d'allocation des ressources. Une fois décrits ces effets, on en fait une évaluation sous divers critères: efficacité, neutralité et distorsion; justice; égalité de traitement de divers facteurs, de diverses firmes; rendement financier; etc..

Bien que l'intérêt de ce genre de démarche soit évident, il convient de souligner également sa portée pratique. Ces analyses permettent en effet l'évaluation concrète de certaines taxes et diverses estimations de leur impact financier et réel. Dans le cas de la firme conventionnelle, elles mènent par exemple au calcul des taux effectifs de taxation des divers inputs et produits; ces derniers, outre leur intérêt intrinsèque, sont à la base des calculs de coûts effectifs des facteurs de production et prix effectifs des produits qui servent de données dans les études empiriques de l'offre ou des demandes de facteurs.

Il faut noter que l'application aux firmes extractives de ce genre d'analyse ne s'est pas faite sans difficulté ce qui explique qu'on ait seulement peu à peu mis au point les techniques permettant de traiter des questions à peu près analogues à celles que l'on résoud trivialement pour les firmes conventionnelles. C'est que l'impact de la fiscalité s'exerce alors non pas seulement sur la valeur prise par telle ou telle variable choisie par la firme, mais sur des fonctions, les programmes d'exploitation sur la durée de vie de la firme, qui constituent l'extension au contexte dynamique de la firme extractive, du choix d'une variable en contexte statique.

En effet, comme on le sait, la production cumulative d'une firme extractive est contrainte par le stock initial des réserves, ce qui requiert un cadre d'analyse dynamique particulier pour étudier le comportement des firmes et marchés de ressources non renouvelables. En l'absence de toute taxe, le programme optimal se caractérise par la présence d'un écart entre coût marginal et revenu marginal. Cette rente, qui reflète le caractère non renouvelable de la ressource, obéit à une dynamique bien précise. Bien qu'elle joue le rôle d'un prix, au même titre qu'un salaire ou que la rémunération du capital, dans les relations d'optimalité engendrant les demandes de facteurs ou les fonctions d'offre, elle doit être traitée de façon particulière lorsqu'on étudie l'impact de la fiscalité sur ces décisions. En effet, alors que le niveau hors taxes de ces autres prix est traité comme exogène en analyse partielle, celui de la rente est endogène et n'est pas en général invariant aux dispositions fiscales[1].

On peut décrire de plusieurs manières la façon dont l'introduction d'une taxe particulière affecte le programme d'exploitation d'une firme extractive. Les plus parlantes consistent à vérifier si la production (ou la demande d'un facteur) à date donnée ou à réserves données, est plus ou moins élevée qu'en l'absence de la taxe, et à vérifier si la durée totale d'exploitation ainsi que le total des réserves ultimement extraites, sont modifiés. On peut également se demander dans quelle mesure la règle d'Hotelling est affectée par la taxe, c'est-à-dire si la dynamique du prix de marché de la ressource ou de la rente se modifie, ou encore si le «basculement» intertemporel de la production, caractéristique du programme d'extraction d'une ressource non renouvelable, se trouve accentué ou amoindri par la taxe. Enfin, en raison de leur importance aux fins empiriques et de leur utilisation généralisée pour l'analyse des effets de la fiscalité sur les firmes conventionnelles, on peut calculer les taux

1. Cette difficulté est encore parfois passée sous silence (Boadway *et al.*, 1987; Livernois, 1989).

effectifs d'imposition du capital ou d'autres facteurs et les prix nets d'impôts correspondants. Les uns et les autres étant affectés par la rente, le calcul en est complexe et leur utilisation délicate puisqu'il s'agit de grandeurs qui varient dans le temps (Gaudet et Lasserre, 1984).

L'étude et la mesure de l'impact des dispositions fiscales conduisent à s'interroger sur les raisons de leur existence. Très souvent, en effet, on a l'impression que certains effets pourraient être atteints de façon plus simple, ou encore que l'objectif qui est derrière n'est pas transparent. Si certaines dispositions fiscales s'interprètent assez bien à l'intérieur du cadre d'analyse évoqué ci-dessus, de nombreux aspects du régime fiscal des firmes extractives demeurent obscurs, ce qui appelle une analyse positive élargie.

2. ANALYSE POSITIVE ÉLARGIE

2.1 *Constats et faits stylisés*

La fiscalité des firmes extractives frappe par sa complexité. Les entreprises sont soumises à la fiscalité générale des sociétés (impôt sur le revenu des sociétés notamment), mais celle-ci est modifiée pour tenir compte de certaines caractéristiques particulières des firmes extractives (allocation d'épuisement par exemple). Par ailleurs, celles-ci sont également soumises à diverses taxes spécifiques à leur domaine d'activité (royalties, taxes minières, etc.).

À côté des instruments proprement dits, les finalités sont également plus complexes. En effet, aux fonctions fiscales traditionnelles — générer des revenus, fournir diverses incitations, redistribuer, etc. — s'ajoute une fonction moins fiscale qui consiste, pour l'État, à réaliser la rente c'est-à-dire, tout simplement, à vendre la ressource dont il est le dépositaire au nom de la collectivité. Cette fonction n'est pas toujours explicitement distinguée des autres, et les instruments grâce auxquels on la remplit sont bien souvent les instruments fiscaux traditionnels. L'évaluation de telle ou telle disposition «fiscale» n'est pas la même lorsque son but est de contribuer aux fonds généraux de l'État que lorsqu'il s'agit de tirer le meilleur parti possible d'une richesse dont l'État a la gestion.

Certaines complications qui ne sont pas propres au domaine des ressources non renouvelables y sont cependant d'une acuité particulière. S'il n'y a pas de raison que l'aversion au risque y soit plus vive qu'ailleurs, l'amplitude plus marquée des fluctuations qu'on observe dans les secteurs extractifs peut en rendre les conséquences plus importantes et en justifier une prise en compte plus minutieuse. Du point de vue des gouvernements, la présence de ressources non renouvelables ne constituant bien entendu pas un choix public, certaines administrations sont largement tributaires des revenus qu'elles en tirent et ceux-ci fluctuent beaucoup. Face à des firmes diversifiées dans d'autres secteurs et d'autres pays, il semble raisonnable qu'elles fassent preuve de plus d'aversion au risque que leurs contribuables.

On est en outre également conduit, peut-être encore plus que dans d'autres secteurs, à considérer le rapport État-firme comme une relation principal-agent. L'information est en effet assez mal partagée. La littérature sur l'économie des ressources naturelles abonde en articles sur la difficulté d'évaluer les rentes, qui constituent le morceau de choix dans l'assiette des impôts miniers. Si les conditions technologiques ne sont pas plus susceptibles d'échapper à l'observation de l'État que dans d'autres secteurs d'activité, les conditions géologiques, qu'elles concernent les coûts d'extraction, les teneurs, les conditions de traitement, ou le montant et la distribution des réserves, sont uniques à chaque site et aussi bien dissimulées... qu'un trésor enterré.

Ces conditions particulières se compliquent du fait qu'elles interviennent dans un contexte inexorablement dynamique. Ce contexte n'est pas celui d'un jeu répété à l'identique, mais celui d'une relation de longue durée, comportant certains éléments répétitifs, mais se modifiant sans cesse, ne serait-ce qu'en raison de la diminution des réserves. La perspective d'une relation de durée illimitée entre l'État et la firme minière n'est par contre pas très envisageable. Les problèmes de crédibilité ont donc peu de chance d'être complètement supprimés par des phénomènes de réputation. L'examen des problèmes d'agence et de comportement stratégiques se posant dans les secteurs extractifs est donc à la fois contraint et structuré par les conditions objectives particulières qui y prévalent. Il se peut que certaines dispositions fiscales difficiles à interpréter en dehors d'un tel contexte trouvent alors leur explication et leur justification.

2.2 *Une sélection de questions et d'observations*

Comme je l'ai déjà indiqué, un examen superficiel ou peu imaginatif de la fiscalité des secteurs extractifs porte à conclure que les objectifs recherchés le sont de façon exagérément complexe, ou révèle des pratiques qui ne semblent obéir à la poursuite d'aucun objectif intelligible.

Pourquoi, par exemple, l'État ne cède-il pas une fois pour toutes tous ses droits sur tel ou tel site? Est-il impossible de cette manière de réaliser l'intégralité, ou une proportion raisonnable, de l'espérance mathématique de la rente cumulative que produira ce site?

Et pourquoi, justement, la rente n'est-elle pas réalisée intégralement sous les régimes fiscaux que l'on connaît? Est-ce parce que tel n'est pas l'objectif ou parce que cet objectif n'est pas réalisable?

À supposer qu'il soit nécessaire, pour réaliser la rente, ne serait-ce que partiellement, de le faire progressivement comme c'est l'usage, pourquoi le traitement des diverses phases de l'exploitation est-il si disparate? Pourquoi recourt-on à un droit, fixe ou établi par enchère, pour attribuer aux firmes l'exclusivité sur un site, alors qu'on se réserve par la suite la possibilité de taxer les activités de cette firme et qu'on réduit ainsi le droit initial à une portion souvent congrue?

Pourquoi, en revanche, accorde-t-on un traitement fiscal extrêmement favorable à des activités préliminaires de la firme telles que l'exploration et la mise en valeur des gisements? Pourquoi, par la suite, la firme est-elle traitée de façon beaucoup plus favorable durant la phase initiale de l'exploitation (congés fiscaux[2], amortissements accélérés) qu'ultérieurement?

Pourquoi certaines taxes minières sont-elles progressives?

Quel est le rôle des considérations d'information et d'incitation, de l'incertitude, de l'aversion au risque? Si ce rôle existe, les résultats traditionnels de la théorie de la mine (règle d'Hotelling; basculement intertemporel de la production) en sont-ils affectés?

Les réponses ébauchées ici sont beaucoup moins solidement étayées qu'il n'est habituel; elles ne sont pas non plus complètes ni exclusives. Tout en prêtant le flanc à la contestation, aux contre-expertises et aux différences d'interprétation, elles ont néanmoins le mérite de montrer que la fiscalité des ressources non renouvelables ne se résume pas à l'irrationalité et à la complexité gratuite comme on a souvent l'impression.

Elles tracent ou confirment également les voies méthodologiques d'une analyse positive de la fiscalité des ressources, élargie aux problèmes d'information, d'incitations, de crédibilité, dans un contexte dynamique contraint par la dimension finie de ces ressources. Certaines constituent le rappel de travaux antérieurs et de résultats connus; d'autres reflètent des travaux en cours avec Gérard Gaudet et Ngo Van Long. Il convient de leur attribuer tout résultat intéressant qui sera présenté sans autre crédit; mais comme l'exploitation et la mise en perspective sont plus spécifiquement de moi, il importe de m'imputer la responsabilité des interprétations abusives ou des conclusions hâtives. Par bien des aspects, mes préoccupations rejoignent celles de Livernois (1990) qui interprète dans le cadre d'un modèle statique de ressources certains résultats de l'économie de l'information.

3. LE MODÈLE À DEUX PÉRIODES: GÉNÉRALITÉS

Les modèles qui vont être présentés maintenant visent à simplifier au maximum la représentation de la firme minière et du gouvernement qui la taxe, tout en préservant les ingrédients fondamentaux de la firme extractive et en introduisant certaines des considérations qui ont été évoquées plus haut. Les firmes doivent donc extraire un stock fini S d'une ressource non renouvelable, mais la dynamique est réduite à sa plus simple expression par la réduction à deux périodes. Comme on va le voir les caractéristiques fondamentales de l'analyse Hotellienne sont préservées par cette formulation.

Pour introduire incertitude et problèmes d'incitation, il est postulé que les coûts d'extraction dépendent d'un paramètre aléatoire θ. Ce dernier peut représenter un

2. Le congé fiscal, en vigueur à certaines époques et dans certains secteurs, consistait à dispenser totalement ou partiellement la firme d'impôt durant les premières années de ses activités de production.

élément stochastique de la technologie comme dans la formulation du problème d'incitation s'appliquant à la firme conventionnelle (Baron et Myerson, 1982 par exemple). Il peut également s'interpréter comme reflétant la répartition géologique des ressources, la teneur par exemple, ce qui a alors l'avantage de fournir une justification à certaines hypothèses particulières sur sa fonction de densité $f(\theta)$ et sa fonction de répartition $F(\theta)$.

La firme produit donc en période 1, au coût $C(q_1, \theta)$, une quantité q_1 d'une ressource qu'elle vend au prix exogène p. $C(\cdot)$ satisfait par hypothèse les propriétés suivantes.

(H0) i) $C_q > 0$, ii) $C_{qq} \geq 0$, iii) $C_\theta \geq 0$, $C_\theta(0, \theta) = 0$, $C_\theta(q, \theta) > 0$, $q > 0$, iv) $C_{\theta q} > 0$, $C_{\theta qq} \geq 0$.

En période 2, la firme produit q_2 au coût $C(q_2, \theta) = C(S - q_1, \theta)$ et vend au même prix p[3]. Au total la firme réalise des profits avant impôts de

$$\pi(q_1, \theta) = \pi^1(q_1, \theta) + \delta\pi^2(q_2, \theta)$$
$$= pq_1 - C(q_1, \theta) + \delta p(S - q_1) - \delta C(S - q_1, \theta),$$

où δ $(= 1/(1+r))$ est le coefficient d'actualisation, supposé exogène et reflétant déjà toute taxe autre que celles qui vont être envisagées. Celles-ci, s'appliquant uniquement aux activités minières de la firme, n'ont aucun impact sur les possibilités d'épargne et d'investissement à la disposition des actionnaires dans d'autres secteurs de l'économie. Elles laissent donc δ inchangé.

Il existe une très grande variété de taxes et impôts s'appliquant aux firmes extractives, et on peut en concevoir encore plus. Elles sont le plus souvent fondées sur les quantités produites, les revenus, les profits, mais comportent également des dispositions qui les rendent sensibles à l'âge de la firme ou de son capital, ou au temps écoulé depuis certaines dépenses particulières. À condition de définir la fonction $q_1(\theta)$ comme donnant la production de la firme θ en période 1 sous le régime fiscal considéré, on constate que toutes ces taxes sont alors ultimement des fonctions de θ

$$T(\theta) = T^1(\theta) + \delta T^2(\theta).$$

Bien entendu plusieurs régimes fiscaux peuvent donner la même fonction $T(\theta)$ et plusieurs régimes correspondant à la même fonction $q(\theta)$ peuvent donner la même fonction $T(\cdot)$. Certaines propriétés devront cependant leur être communes.

Aux fins du présent article, l'avantage de formuler les taxes de cette manière réside dans le fait que l'on peut alors directement, le cas échéant, appliquer le principe de révélation. J'y reviendrai au moment d'étudier la fiscalité incitative qui s'impose lorsque θ est une information privée.

---

3. On pourrait sans difficulté supposer le prix différent en période 2 ou, comme Gaudet et Lasserre (1986), supposer le prix donné en chaque période par la fonction autonome de demande inverse $P(q)$.

4. LA SITUATION DE RÉFÉRENCE: ABSENCE DE TAXATION OU TAXATION EN INFORMATION COMPLÈTE

En l'absence de taxe, la firme maximise $\pi(q_1, \theta)$ qui, rappelons-le, représente la valeur actuelle nette de la firme calculée sur deux périodes et sous la contrainte d'épuisement $q_1 + q_2 = S$.

Pour un planificateur qui attribue une valeur sociale légèrement supérieure à un dollar prélevé sous forme d'impôt plutôt qu'à un dollar laissé à la firme sous forme de profits nets d'impôt, l'objectif à maximiser est $\pi(q_1, \tau) + \lambda T(\theta), 0 < \lambda < 1$. Comme $T(\cdot) \leq \pi(\cdot)$, il est clair que l'intérêt du planificateur est ici de maximiser π et de prélever le total sous forme d'impôt. Le problème du planificateur et celui de la firme en l'absence d'impôt donnent donc le même résultat du point de vue de l'allocation des ressources. Dans chaque cas le programme d'extraction constitue un optimum de Pareto qui se trouve être unique sous les hypothèses (HO). La taxe n'introduit aucune distorsion. C'est donc le programme d'extraction qui servira de base de référence lorsqu'il s'agira d'évaluer les distorsions causées par tel ou tel autre régime fiscal. J'en présente la résolution explicite. La fonction de Lagrange est

$$L(q_1, q_2, \varphi) = pq - C(q_1, \theta) + \delta p q_2 - \delta C(q_2, \theta) + \varphi(S - q_1 - q_2).$$

Les conditions du premier ordre

$$p - C_q(q_1, \theta) = \varphi \tag{4.1}$$

$$p - C_q(q_2, \theta) = \varphi/\delta \tag{4.2}$$

expriment l'application de la règle d'Hotelling à ce problème particulier. Le prix excède en effet le coût marginal d'un montant φ qui constitue la rente Hotellienne, et qui, comme tel, s'accroît au taux d'intérêt en valeur nominale. Le programme d'extraction (q_1, q_2) présente la propriété de «basculement» intertemporel caractéristique de la firme Hotellienne qui se manifeste ici par le fait que, bien que le prix et la technologie restent inchangés, la production soit plus élevée en période 1 qu'en période 2

$$q_1 > S/2 > q_2.$$

Bien entendu, pour que le problème ait un sens économique, il faut que la rente Hotellienne[4] soit positive, c'est-à-dire que p et la fonction $C(\cdot)$ soient calibrés de telle sorte qu'il soit de l'intérêt de la firme d'extraire la totalité du stock S. Ce sera le cas si, en répartissant également la production entre les deux périodes, il est possible d'assurer que le coût marginal n'excède pas le prix, condition que je pose par hypothèse

(H1) $\quad p - C_q(S/2, \theta) \geq 0.$

4. La rente Hotellienne exprime la valeur de l'unité marginale de la ressource non renouvelable; c'est ici la valeur d'une unité supplémentaire, sachant que la firme en possède déjà S. Il ne faut pas la confondre avec la rente totale, qui peut rester positive, en raison de la convexité de la fonction de coût, alors que S est suffisamment élevé pour que φ soit < 0. Lorsque φ est négatif il serait désirable pour la firme de ne pas épuiser les réserves, ce qui est contraire à la contrainte $q_1 + q_2 = S$.

La condition (H1) définit la notion de firmes (ou réserves) économiques et la marge extensive. En effet, pour tout θ satisfaisant (H1), la firme sera exploitée; pour tout $\theta > b$, b étant la valeur de θ pour laquelle (H1) est satisfaite avec égalité, la firme est supramarginale. Les distorsions éventuelles causées par la fiscalité peuvent se manifester, outre des changements dans (4.1) et (4.2), par des modifications de la marge extensive définie par b.

Si ce n'était la mise en évidence des formes prises par la règle d'Hotelling et la propriété de basculement pour ce problème, il serait plus simple de maximiser directement la fonction $\pi(q_1, \theta)$ définie plus haut. Les conditions à la marge intensive et à la marge extensive s'écrivent alors respectivement

$$\pi_q(q_1, \theta) = 0 \tag{4.3}$$

$$\pi(q^*(b), b) = 0 \tag{4.4}$$

la fonction $q^*(\theta)$ donnant la valeur de q_1 pour laquelle (4.3) est satisfaite.

5. TAXATION OPTIMALE EN ASYMÉTRIE D'INFORMATION SANS CONTRAINTE DE CRÉDIBILITÉ

Supposons maintenant que le gouvernement ne peut observer θ, ni $C(q, \theta)$. Il observe q_1 et q_2, connaît S et connaît les fonctions $f(\cdot)$ et $F(\cdot)$. Il introduit une fiscalité incitative «directe» cherchant à maximiser l'objectif $\pi + \lambda T$ sous les contraintes que la firme révèle θ et soit rationnelle, c'est-à-dire cherche à maximiser ses profits compte tenu de son environnement fiscal. On sait qu'en vertu du principe de révélation (Guesnérie et Laffont, 1984), quel que soit le système fiscal retenu par le gouvernement pour maximiser son objectif sous les contraintes d'information qui viennent d'être décrites, il existe un mécanisme «direct» qui peut faire au moins aussi bien. Ce mécanisme doit être révélateur, c'est-à-dire inciter la firme à révéler son vrai θ. Par définition, un tel mécanisme spécifie pour tout θ une certaine valeur $q_1(\theta)$ pour q_1, ainsi que la taxe correspondante $T(\theta)$[5]. Le gouvernement propose donc à la firme la structure production-imposition $\{q_1(\theta), T(\theta)\}$ et la firme choisit sa position à l'intérieur de cette structure en déclarant $\hat{\theta}$. Ce faisant, quel que soit son vrai θ, elle s'oblige à produire $q_1(\hat{\theta})$ et s'engage à payer $T(\hat{\theta})$.

Comment le gouvernement doit-il choisir les fonctions $q_1(\cdot)$ et $T(\cdot)$ pour inciter la firme à révéler θ, sachant qu'elle agit de façon à maximiser ses profits (rationalité)? Définissons la valeur actuelle nette après impôts d'une firme de type θ qui se déclare de type $\hat{\theta}$

$$\begin{aligned} V(\hat{\theta}, \theta) &= \pi^1(q_1(\hat{\theta}), \theta) - T^1(\hat{\theta}) + \delta[\pi^2(q_2(\hat{\theta}), \theta) - T^2(\hat{\theta})] \\ &= \pi(q_1(\hat{\theta}), \theta) - T(\hat{\theta}). \end{aligned} \tag{5.1}$$

---

5. Notons que, sous les contraintes qui s'appliquent ici, spécifier $\{q_1(\theta), T(\theta)\}$ revient à spécifier $\{q_1(\theta), q_2(\theta), T_1(\theta) + \delta T_2(\theta)\}$. Si l'on n'introduit aucune contrainte sur la répartition de la charge fiscale entre les deux périodes, le problème est essentiellement statique, si bien que les difficultés évoquées par Laffont et Tirole (1988) pour l'application du principe de révélation en contexte dynamique ne se posent pas ici.

La rationalité veut que l'annonce $\hat{\theta}$ maximise $V(\hat{\theta}, \theta)$ quel que soit θ:

$$V_{\hat{\theta}}(\hat{\theta}, \theta) = 0,$$

c'est-à-dire

$$dT(\hat{\theta})/d\theta = \pi_q(q_1(\hat{\theta}), \theta)(dq_1(\hat{\theta})/d\theta). \tag{5.2}$$

La contrainte de révélation veut que $\hat{\theta}$ soit égal à θ quel que soit θ. Sous cette contrainte, la valeur actuelle nette de la firme est

$$\begin{aligned} v(\theta) &= V(\theta, \theta) \\ &= \pi(q_1(\theta), \theta) - T(\theta) \end{aligned} \tag{5.3}$$

et

$$dv/d\theta = \pi_q(q_1(\theta), \theta)dq_1/d\theta + \pi_\theta(q_1(\theta), \theta) - dT/d\theta. \tag{5.4}$$

En substituant (5.2) dans (5.4) il vient

$$dv/d\theta = \pi_\theta(q_1(\theta), \theta) < 0. \tag{5.5}$$

Sous les contraintes de révélation et de rationalité que représentent les équations (5.3) et (5.5), le gouvernement désire choisir le couple de fonctions $\{q_1(\theta), T(\theta)\}$ de façon à maximiser

$$\int_a^{\bar{\theta}} [\pi(q_1(\theta), \theta) + \lambda T(\theta)] f(\theta) d\theta.$$

Si l'on élimine $T(\theta)$ en vertu de (5.3), on a un problème de commande optimale où v est la variable d'état et q la variable de contrôle. La borne a est donnée; c'est la valeur minimale de θ. $v(a)$ et $v(\bar{\theta})$ sont libres, à condition cependant d'être positifs; en effet pour tout θ, la firme n'opérera que si $v(\theta)$ est non négatif. Enfin, $\bar{\theta}$ est libre.

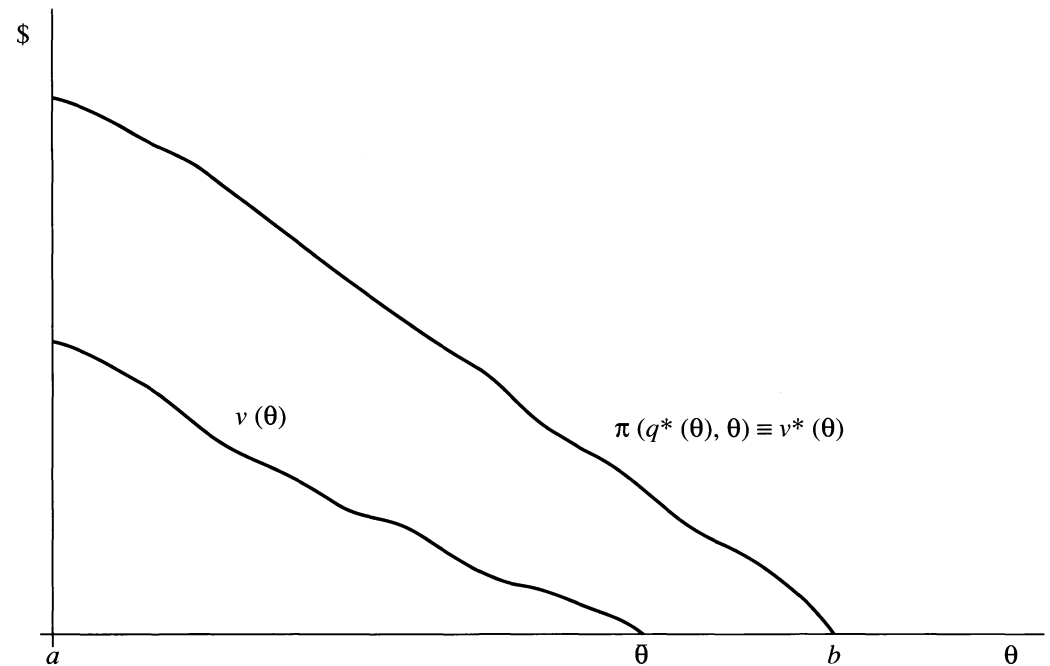
La résolution de ce problème par les méthodes standards donne les résultats suivants. Pour $\theta = a$, la taxe incitative est neutre; elle n'a donc aucun effet réel sur l'activité de la meilleure firme. Pour toutes les autres firmes ($\theta > a$), la taxe introduit une distorsion qui réduit la production en période 1 par rapport à son niveau en l'absence de distorsion, sans pour autant le rendre inférieur à $S/2$. Il y a donc atténuation, mais pas suppression ni inversion, de l'effet de basculement intertemporel de la production.

À la marge extensive, il y a contraction, c'est-à-dire que $\bar{\theta} < b$. Certaines firmes à coûts élevés qui auraient fonctionné en l'absence de la taxe sont maintenant fermées.

La firme marginale ($\theta = \bar{\theta}$) est taxée à 100%; toutes les autres firmes actives sont taxées à un taux inférieur mais strictement positif, comme l'illustre au Graphe 1 la comparaison entre la courbe $v(\theta)$, qui représente ce qui reste aux firmes après impôt selon leur type, avec la courbe $v^*(\theta)$, qui représente la valeur de ces mêmes firmes en l'absence d'impôt. Donc l'État, pour obtenir un comportement révélateur de la

GRAPHE 1

VALEUR ACTUELLE NETTE DE LA FIRME ET MARGE EXTENSIVE



part de toutes les firmes, doit renoncer à une partie de la rente générée par celles-ci. La firme la moins efficace n'ayant pas la possibilité de se faire passer pour moins efficace tout en restant en activité, il est inutile de la ménager; elle est taxée à 100%. Pour toutes les autres mentir en se prétendant moins efficace conduit à être taxé plus lourdement; la perte qui en résulte compense exactement le gain qu'il y a à dissimuler une partie de l'assiette fiscale. Bien qu'on ne puisse exclure que l'impôt soit localement progressif, sa physionomie générale moyenne est celle d'un impôt régressif (ce qui ne correspond pas *a priori* à ce que l'on observe dans la réalité).

Bien entendu, ces distorsions à la marge intensive et à la marge extensive sont affectées par l'intensité, mesurée par λ, de la préférence du gouvernement pour les revenus fiscaux par rapport aux profits nets des firmes. Plus λ est élevé, plus le taux de taxation de la firme $\theta = a$ est élevé (voir graphe 1). Plus λ est élevé, plus la distorsion à la marge intensive est marquée, c'est-à-dire plus le basculement intertemporel de la production est atténué. À la marge extensive, sous des hypothèses supplémentaires raisonnables, on constate que $\bar{\theta}$ est d'autant plus réduit que λ est élevé.

6. TAXATION OPTIMALE SOUS CONTRAINTE DE CRÉDIBILITÉ

Une fois θ révélé en période 1, l'État peut choisir $T_2(\theta)$ de façon à maximiser la portion de sa fonction d'objectif correspondant à la période 2. Cela implique d'extraire toute la rente en période 2, et de le faire au moyen d'un impôt neutre:

$$T^2(\theta) = \pi^2(q^*(\theta), \theta). \tag{6.1}$$

Cette contrainte n'affecte pas nécessairement le total des montants collectés; elle en détermine par contre la répartition. On peut en effet vérifier que le problème que doit résoudre le gouvernement pour établir une fiscalité incitative qui maximise son objectif total (sur deux périodes) est identique à celui de la section 5, si ce n'est pour la contrainte supplémentaire (6.1). Tant que cette contrainte n'interfère pas avec le choix de la fonction $T(\theta)$, cette dernière n'est pas modifiée et, compte tenu de (6.1),

$$T^1(\theta) = T(\theta) - \delta\pi^2(q^*(\theta), \theta). \tag{6.2}$$

Comme $T(\theta)$ est strictement inférieur à la totalité de la rente pour tout $\theta < \bar{\theta}$, et que $T_2(\theta)$ représente la totalité de la rente sur la deuxième période, il s'ensuit que $T_1(\theta)$ correspond nécessairement à un taux strictement inférieur à 100%; la pression fiscale est plus légère en période 1 qu'en période 2. Pour certaines valeurs faibles de θ et pour des valeurs faibles de λ, il se peut même qu'il y ait subvention en période 1. Ce genre de caractéristique est très fréquent en fiscalité des ressources où les dépenses d'investissement et, surtout de mise en valeur et exploration, bénéficient de régimes d'amortissement très accéléré. On observe également fréquemment diverses subventions à l'investissement, ou encore la dispense de tout impôt durant les premières années d'exploitation.

7. LA FISCALITÉ COMME CONTRAT *EX ANTE* OÙ θ EST INCONNU DES DEUX PARTIES

Il est une autre catégorie de problèmes où l'information, bien qu'imparfaite, n'est pas asymétrique. Par exemple, le paramètre θ peut constituer une composante de la technologie d'extraction, ou de la géologie, ou encore des conditions du marché, qui est initialement inconnue des deux parties, et ne sera révélée que par la suite. Les parties ont souvent intérêt, dans ce genre de situation, à s'entendre *ex ante* sur le transfert qui s'effectuera entre elles selon l'état de nature, une fois ce dernier révélé. C'est le cas lorsque certaines dépenses, d'investissement ou d'exploration par exemple, doivent être effectuées avant que l'on ne puisse observer θ. En effet, si les firmes qui doivent effectuer la dépense savent qu'elles seront taxées à 100% *ex post*, elles préfèreront s'abstenir. Si, par contre, elles savent qu'il leur sera laissé une portion suffisante de la rente, du moins en termes d'espérance mathématique, elles pourront décider de procéder à l'investissement. L'État a également intérêt à contracter *ex ante*, puisqu'il pourra s'approprier une partie de la rente ainsi générée.

Les cas où l'information est parfaite *ex post* sont bien connus. Hyde et Markusen (1985) en décrivent le fonctionnement et en dérivent diverses implications concernant l'allocation des droits d'exploration et l'optimalité des régimes fiscaux existant. J'en rappelle brièvement les caractéristiques avant de passer, en section 8, au cas où l'information n'est révélée qu'à la firme et demeure inaccessible au gouvernement *ex post*.

Supposons que la situation *ex post* est décrite par la version en information parfaite du modèle utilisé jusqu'ici. Le profit cumulatif actualisé sur les deux périodes d'exploitation est

$$v(\theta) = pq^*(\theta) + \delta p[(S - q^*)] - C(q^*, \theta) - \delta C(S - q^*, \theta) - T(\theta).$$

La firme n'a aucune décision à prendre *ex post*, le couple $\{q^*(\theta), T(\theta)\}$ étant parfaitement défini par l'état *ex ante*. On peut noter que le régime fiscal adopté *ex ante* par l'État exclut toute distorsion ($q_1 = q^*$; $\bar{\theta} = b$). C'est bien entendu une condition de l'optimalité au sens de Pareto en information parfaite.

Le pouvoir de décision de la firme s'exerce au niveau de l'investissement. Supposons qu'il faut dépenser I, avant de connaitre θ, pour atteindre la phase d'exploitation. La firme effectuera la dépense si l'espérance mathématique de $v(\theta)$ excède I

$$\int_a^b v(\theta) f(\theta) d\theta \geq I. \tag{7.1}$$

Ex post elle opérera pour tout θ tel que $v(\theta) \geq 0$. On a donc comme contrainte à respecter par l'État

$$T(\theta) \leq \pi(q^*(\theta), \theta). \tag{7.2}$$

L'État risconeutre maximise par choix de $T(\cdot)$ l'espérance de $\pi(q^*(\theta), \theta) - I + \lambda T(\theta)$ sous les contraintes (7.1) et (7.2). L'une des solutions possibles est

$$T(\theta) = \pi(q^*(\theta), \theta) - I. \tag{7.3}$$

Il est facile de se convaincre qu'il s'agit là d'une solution: la contrainte (7.1) est satisfaite avec égalité, c'est-à-dire que l'État ne laisse que le strict minimum à la firme; (7.2) est satisfaite pour tout $\theta \leq b$ si bien que la marge extensive n'est pas affectée; $q_1 = q^*$, si bien que la marge intensive n'est pas affectée. La rente est donc maximisée et l'État en prélève le maximum compatible avec la nécessité que les firmes investissent.

Mais cette solution est-elle crédible? Les firmes peuvent-elles investir en toute confiance? Seulement si elles reçoivent le montant I avant l'investissement. En effet, une fois réalisé l'investissement et observé θ, il est de l'intérêt de l'État de percevoir la totalité de la rente sous forme de taxe. Pour éviter ce problème, on s'attendrait à observer une fiscalité qui subventionne les firmes *ex ante* et taxe les firmes une fois celles-ci établies. Malgré l'aspect caricatural d'un tel régime, on ne peut s'empêcher de penser au traitement extrêmement favorable de l'exploration qui jouit de taux effectifs parfois négatifs. Il demeure cependant que la rente des firmes établies n'est pas taxée à 100%.

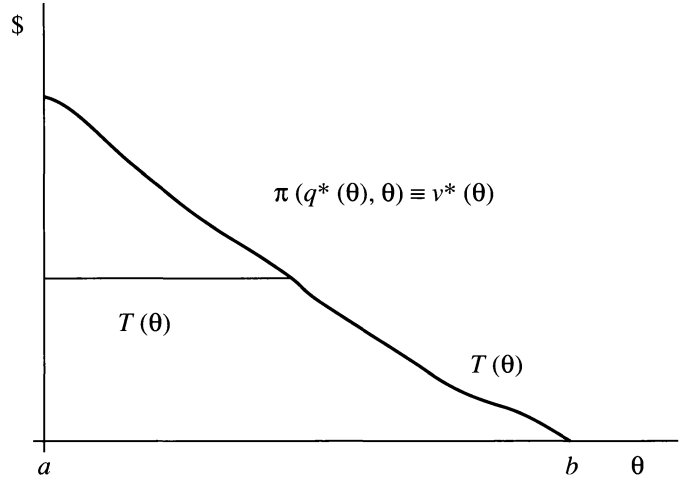
Comme on le sait, l'aversion au risque de l'un ou l'autre des protagonistes peut venir modifier le caractère extrême de la solution ci-dessus. Lorsque l'une seulement des parties est riscophobe, le principe à appliquer est de faire supporter la totalité du risque à l'autre partie. L'État est riscophobe s'il dépend du produit de la taxation minière pour une forte proportion de ses revenus et si θ est identique pour toutes les firmes, ou fortement corrélé d'une firme à l'autre. Dans ce cas, si les firmes ont la possibilité de se diversifier dans divers secteurs et pays et sont donc risconeutres, la taxe, en dehors de toute contrainte de crédibilité, sera celle représentée au Graphe 2 a. Tant qu'on peut le faire sans que la taxe n'excède le profit, on maintient celle-ci constante; pour certaines valeurs élevées de θ, π est inférieur au niveau désiré de taxe; on taxe alors à 100%. Cette taxe est donc régressive.

Elle est cependant impossible à appliquer sous contrainte de crédibilité. En effet, même si l'utilité sociale marginale d'un dollar supplémentaire de taxe diminue lorsque T augmente, il reste désirable pour l'État de s'accaparer toute la rente une fois θ connu. Donc, *ex post* l'État prélèvera une taxe égale au profit; le seul moyen d'avoir une taxe totale, correspondant à la configuration $T(\theta)$ du graphe 2a est de combiner cette composante *ex post* de la taxe avec une composante *ex ante* telle que leur somme donne $T(\theta)$. Mais cela exigerait que la composante *ex ante* soit fonction de θ, ce qui est impossible. Est-ce là une explication du fait qu'on n'observe pas de taxe régressive sur les ressources naturelles non renouvelables?

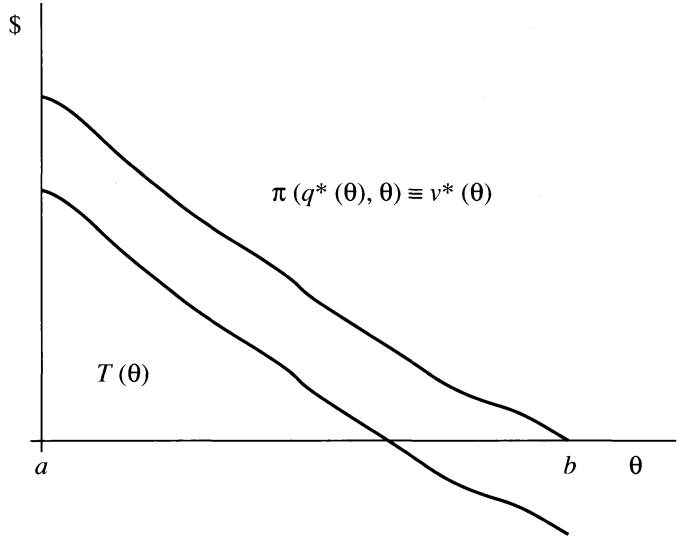
À l'inverse, ce sont les firmes qui sont riscophobes et le gouvernement risconeutre dans le cas extrême où les θ ne sont pas corrélés d'une firme à l'autre si bien que le gouvernement est parfaitement assuré, du fait du grand nombre de contribuables, alors qu'au contraire il est difficile pour les firmes de s'assurer contre le risque spécifique θ. Dans ce cas la taxe sera celle qui est représentée au Graphe 2b. Cette dernière assure un revenu net constant aux firmes; dans la plage des θ élevés, cet objectif implique une subvention. Cette configuration peut-elle être

GRAPHE 2

TAXE OPTIMALE *EX ANTE*



a) État riscophobe
firme risconeutre



b) État risconeutre
firme riscophobe

atteinte dans le cadre d'un système crédible? *Ex post* le gouvernement désire s'accaparer toute la rente; mais s'il subventionne *ex ante* toutes les firmes du montant I, il pourra le faire tout en réalisant l'objectif $T(\theta)$ sur la somme des deux composantes de la taxe. On aurait alors une fiscalité comportant des subventions dans les phases d'exploration des firmes, suivies d'un régime de taxation linéaire sur les profits. Mis à part le fait qu'en réalité les taux d'imposition sont plus faibles, une telle structure rappelle un peu la réalité.

Bien entendu, si l'on combine aversion au risque de la part des firmes et de la part du gouvernement, on obtiendra une taxation optimale plus nuancée. Comme le produit de l'impôt et les profits nets des firmes y dépendent chacun de θ, et diffèrent du profit brut de façon non triviale, il serait nécessaire pour faire respecter la contrainte de crédibilité par un tel régime d'introduire une composante *ex ante* qui dépende de θ. Ceci est impossible.

8. LA FISCALITÉ COMME CONTRAT *EX ANTE* COMPORTANT UNE COMPOSANTE INCITATIVE *EX POST*

J'ai montré comment les problèmes d'incitation en information asymétrique pouvaient expliquer que la rente ne soit que partiellement taxée, expliquer que l'impôt optimal ne soit pas neutre, et, lorsque s'ajoutent des considérations de crédibilité, justifier une fiscalité en plusieurs étapes où les firmes soient traitées différemment selon la phase de leur existence.

D'autre part, on vient de rappeler que la fiscalité doit souvent être établie avant qu'aucune des parties ne connaisse l'état de nature. Dans ce cas le problème de l'État est de s'accaparer la plus grande partie possible de la rente, sans causer de distorsion et tout en préservant l'incitation des firmes à faire l'investissement initial nécessaire *ex ante*. Rien dans ce cas n'explique l'existence de régimes où l'État ne s'approprie qu'une partie de la rente nette de l'investissement. En revanche, des considérations de crédibilité expliquent la présence d'une subvention *ex ante*, précédant le prélèvement *ex post*, dans un tel contexte.

Combinons maintenant les deux types de situations: incertitude complète pour les deux parties *ex ante*; nécessité d'investir pour provoquer la réalisation de θ; information asymétrique et fiscalité incitative *ex post*. L'existence d'une firme se déroule donc dans les trois phases décrites ci-dessous.

EX ANTE		*EX POST*		
Phase 0	θ **réalisé mais**	*Phase* 1	θ **connu du**	*Phase* 2
La firme investit I	**observé de la seule firme**	La firme révèle θ en choisissant q_1	**gouvernement**	Fin de l'exploitation; $q_2 = S - q_1$

La contrainte de crédibilité implique que le gouvernement applique la fiscalité décrite aux sections 5 et 6 durant les phases 1 et 2. Rappelons que ce régime fiscal

cause des distorsions à la marge intensive (atténuation du basculement intertemporel de la production) sauf lorsqu'il s'agit du meilleur type de firme ($\theta = a$). Il cause également une distorsion à la marge extensive ($\bar{\theta} < b$). Le taux de taxation sur l'ensemble des deux phases 1 et 2 n'y est de 100% qu'à la marge extensive; pour toutes les autres firmes il y est inférieur. Celles-ci restent après impôt avec un montant net actualisé de $v(\theta)$ qui, comme indiqué au Graphe 1, décroit avec θ.

Ex ante, les firmes réaliseront l'investissement si l'espérance de $v(\theta)$ est supérieure ou égale à I. L'État doit donc choisir la composante *ex ante* de sa fiscalité T_0 de façon à satisfaire cette contrainte. Le problème à résoudre pour le gouvernement en phase 0 est donc de choisir T_0 pour

$$\text{Max} \int_a^{\bar{\theta}} [\pi(q(\theta),\theta) + \lambda T(\theta)] f(\theta) d\theta - I + \lambda T_0 \tag{8.1}$$

sous la contrainte

$$\int_a^{\bar{\theta}} v(\theta) f(\theta) d\theta - T_0 \geq I. \tag{8.2}$$

Comme, dans (8.1) et (8.2), tous les termes, hormis λT_0 et T_0, sont indépendants de T_0, la solution est trivialement

$$T^* = \int_a^{\bar{\theta}} v(\theta) f(\theta) d\theta - I \tag{8.3}$$

Selon la valeur de l'intégrale dans (8.3), qui dépend notamment de l'avidité du gouvernement telle que mesurée par λ, T^* peut être positive ou négative. Mais elle est toujours inférieure à $-I$, c'est-à-dire que s'il y a subvention, celle-ci est partielle. Plus important, alors que l'asymétrie d'information empêche le gouvernement de réaliser la totalité de la rente *ex post*, la présence d'une phase préalable où l'information est ignorée des deux parties lui permet de récupérer *ex ante* la totalité de ce qui est concédé *ex post* pour inciter les firmes à dire la vérité. Dans cette illustration du principe de Coase (1972), les firmes sont donc ramenées à une espérance de profits nulle *ex ante*. L'optimum efficace de pleine information n'est cependant pas réalisé parce que les distorsions imposées durant les phases 2 et 3 pour obtenir la révélation de θ demeurent.

9. CONCLUSION

Le régime fiscal que je viens de caractériser ne justifie pas la progressivité de certaines taxes minières; des considérations d'aversion au risque sont sans doute derrière cette propriété comme j'en ai brièvement évoqué la possibilité plus haut. Pour ce qui est des autres propriétés de la fiscalité des secteurs extractifs, dont la raison d'être paraît souvent mystérieuse, il fournit des explications qui, sans être bien entendu les seules possibles, n'en constituent pas moins des pistes sérieuses. En particulier, comme dans la réalité, le régime fiscal incitatif optimal traite de façon bien spécifique les diverses phases de l'existence de la firme extractive. Cette dernière obtient le droit d'explorer (d'investir) à un coût qui n'a aucun lien direct avec l'investissement à réaliser et qui peut même constituer une subvention. Par la suite elle sera taxée durant l'exploitation du gisement, mais le prélèvement de l'État sera plus modéré au début de la période d'exploitation qu'à la fin. Cette fiscalité de

la période d'exploitation provoque des distorsions à la marge intensive et à la marge extensive: atténuation du basculement Hotellien de la production et non exploitation de certains gisements de faible qualité.

Enfin, des considérations de crédibilité peuvent expliquer que l'État ne puisse recourir à la formule qui apparait à première vue la plus sensée: renoncer à tous ses droits *ex ante* en échange d'un droit forfaitaire. Avec cette formule, on éviterait les distorsions causées par la taxation incitative. L'espérance mathématique *ex ante* de la rente brute serait donc plus élevée et l'État pourrait donc obtenir un droit initial excédant la valeur cumulative actualisée des divers transferts qui s'effectuent durant les trois phases du système que je viens de présenter. Malheureusement, si les firmes ne peuvent croire qu'une fois effectué leur investissement l'État s'abstiendra de tout prélèvement, cette formule n'est pas applicable.

BIBLIOGRAPHIE

BARON, D. P. et R. B. MYERSON, 1982, «Regulating a Monopolist with Unknown Costs», *Econometrica,* 50 (4), 911-30.

BOADWAY, R., N. BRUCE, K. MCKENZIE et J. MINTZ, 1987, «Marginal Effective Tax Rates for Capital in the Canadian Mining Industry», *Canadian Journal of Economics,* 20 (1), 1-16.

COASE, R., 1972, «Durability and Monopoly», *Journal of Law and Economics* 15, 143-9.

GAUDET, G. et P. LASSERRE, 1984, «L'impôt sur le revenu des sociétés et la firme minière», *Revue canadienne d'économique,* 17(4), 778-87.

GAUDET, G. et P. LASSERRE, 1989, «La taxation des ressources naturelles non-renouvelables», Cahier No. 24, CERPE, Université du Québec à Montréal.

GUESNÉRIE, R. et J.-J. LAFFONT, 1984, «A Complete Solution to a Class of Principal-Agent Problems with an Application to the Control of a Self-Managed Firm», *Journal of Public Economics,* 25 (3), 329-70.

HYDE, R. et J. R. MARKUSEN, 1985, «Exploration Versus Extraction Costs as Determinants of Optimal Mineral-Rights Leases», *Economic Record* 58(162), 224-34.

LAFFONT, J.-J. et J. TIROLE, 1988, «The Dynamics of Incentive Contracts», *Econometrica* 56(5), 1153-75.

LASSERRE, P., 1991, *Long-Term Control of Non-Renewable Resources,* Harwood Academic Publishers, Londres (à paraître).

LIVERNOIS, J., 1989, «Marginal Effective Tax Rates for Capital in the Canadian Mining Industry: an Extension», *Canadian Journal of Economics* 22(1), 184-91.

LIVERNOIS, J., 1990, «Optimal Taxation of Resource Rents», mimeo.