

4849

UNIVERSITÉ DE MONTREAL

LES EXTÉRNALITES D'INFORMATION
DANS L'EXPLORATION PÉTROLIÈRE:
UNE APPLICATION AU GOLFE DU MEXIQUE

PAR BERNARD MATTE

DÉPARTEMENT DES SCIENCES ÉCONOMIQUES
FACULTÉ DES ARTS ET SCIENCES

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À LA FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES
EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE MAÎTRE ES SCIENCES (M.SC.)

JANVIER 1986



Merci à mon directeur de mémoire,
M. Pierre Lasserre, aux professeurs
André Martens et François Vaillan-
court ainsi qu'à Ghislaine, Sylvie
et Roger pour leur collaboration
stimulante.

SOMMAIRE

L'analyse des externalités d'information dans l'exploration pétrolière que nous avons réalisée s'est faite en deux temps. Premièrement, nous avons examiné, au moyen d'une revue de littérature, les processus économiques et institutionnels de l'activité d'exploration. Cette revue aura également permis l'évaluation théorique des externalités et leurs effets sur la cédule d'exploration ainsi que sur le processus exploratoire. On y détermine, entre autres, que l'information aurait une valeur privée inférieure à la valeur sociale en raison du débordement de l'information. Nous avons par la suite porté notre attention sur la littérature à caractère empirique. Celle-ci constitue la base sur laquelle nous avons développé notre propre modèle d'évaluation. En effet, la grande majorité des auteurs consultés admettent qu'il y a trop peu de conclusions de nature quantitative qui existent à propos de la valeur des externalités d'information.

Nous développons par la suite notre modèle d'évaluation empirique de la valeur des externalités d'information qui s'inspire en majeure partie de celui de Leitzinger et Stiglitz (1983). Cependant, nous ajoutons à celui-ci un modèle économétrique qui permet l'étude des déterminants du débordement de l'information. L'application est réalisée grâce aux données américaines pour la région du Golfe du Mexique sur la période 1954-1980. Ces données sont tirées des bandes magnétiques ayant pour titre "Lease Production and Revenue" (LPR).

Les résultats que nous obtenons s'inscrivent très bien dans le courant de la littérature théorique. Selon notre évaluation, les externalités d'information se traduiraient par une augmentation moyenne de près de 53% des paiements pour l'acquisition des droits d'exploration entre un gisement pionnier et un gisement suiveur. L'ampleur de l'externalité est toutefois fonction de la distance qui sépare les gisements, du flux de production du gisement pionnier, du nombre de participants aux enchères, ainsi que de l'évolution du prix du pétrole.

Ces résultats viennent compléter ceux de Stiglitz (1975) en terme d'intervention gouvernementale. Pour favoriser l'exploration des régions vierges, ce dernier préconise un système de subside et de taxation qui tiendrait compte de la distance qui sépare un puits pionnier d'un puits suiveur. Pour être pleinement efficace, un tel système doit, selon nous, tenir compte également des autres déterminants de la valeur des externalités que nous avons identifiés. Une méthode possible d'intervention consisterait à favoriser le développement de "groupe" d'exploration, mieux connu sous l'appellation de "joint venture".

TABLE DES MATIÈRES

- I -

Sommaire

Liste des tableaux et graphiques.	p. IV
Introduction générale	p. 1

Chapitre 1 - Revue de littérature et théorie

1) Introduction	p. 6
2) L'Exploration d'Hydrocarbure et ses externalités	p. 7
2.1) Processus exploratoire et définition.	p. 7
2.1.1) Les étapes de l'effort exploratoire	p. 7
2.1.2) Définition de l'exploration.	p. 9
2.2) Allocation des terres et rôle du gouvernement p. 11	
2.2.1) Le problème à solutionner.	p. 11
2.2.2) Les baux miniers	p. 12
2.2.3) Les enchères publiques	p. 13
2.3) Les caractéristiques du marché.	p. 15
2.3.1) Les risques.	p. 16
2.3.2) La concentration du marché	p. 18
2.3.3) L'information et ses externalités.	p. 20
2.4) Les externalités.	p. 24
2.4.1) Propriété en commun d'une ressource.	p. 24
2.4.2) Effet de débordement de l'information.	p. 26
2.4.3) Valeur spéculative de l'information.	p. 34
2.5) Les effets des externalités d'information	p. 37
2.5.1) Débordement de l'information	p. 37
2.5.2) Valeur spéculative de l'information.	p. 45
2.6) Sommaire.	p. 46

3) L'Évaluation quantitative des externalités d'information	p.48
3.1) Introduction	p. 48
3.2) Pourquoi évaluer des externalités?	p. 49
3.3) Modèle de Leitzinger et Stiglitz	p. 51
3.3.1) Présentation.	p. 51
3.3.2) Analyse du cas d'un seul locateur	p. 62
3.4) Modèle de Peterson	p. 66
3.5) Sommaire	p. 71

Chapitre II - Modèle d'évaluation des Externalités et Application

1) Introduction.	p. 75
2) Méthodologie et données	p. 76
2.1) Méthodologie	p. 76
2.1.1) Vérification empirique de la présence des externalités.	p. 77
2.1.2) Les déterminants des externalités: un modèle empirique	p. 78
2.2) Les données.	p. 87
2.2.1) Le calcul de la présence des externalités	p. 87
2.2.2) Les déterminants.	p. 91
2.3) Sommaire	p. 95
3) Présentation et analyse des résultats	p. 95
3.1) La présence des externalités évaluée selon l'approche de Leitzinger et Stiglitz	p. 95
3.2) Le modèle empirique des déterminants des externalités d'information.	p. 103

3.3) Analyse économique et retour aux modèles théoriques.	p. 112
3.3.1) Analyse économique des résultats	p. 112
3.3.2) Retour aux modèles théoriques.	p. 116
3.3.3) Efficacité, équité et intervention gouvernementale	p. 119
 Conclusion Générale	 p. 122
 Bibliographie	 p. 124
 Annexe 1: Liste des cartes géologiques.	 p. 128
Annexe 2: Indice du prix du pétrole	p. 131
Annexe 3: Données	p. 133

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux:

- Tableau 1: Part des coûts par catégories de dépenses . . . p. 21
- Tableau 2: Bonus d'enchère par acre loué, comparaison
frontière Texas-fédéral: 1954-1981. p. 55
- Tableau 3: Bonus d'enchère/valeur de production:1954-1970. p. 60
- Tableau 4: Résultats de la vente des baux pour la North
Slope en Alaska. p. 67
- Tableau 5: Exploration pétrolière dans le Golfe de Mexico. p. 96
- Tableau 6: Indicateur de la valeur des externalités:
Bonus d'enchère/valeur de production 1954-1980. p. 97
- Tableau 7: Comparaison des résultats p. 98
- Tableau 8: Bonus d'enchère/valeur de production pour
les gisements productifs. p. 101
- Tableau 9: Coefficient de corrélation. p. 106

Figures:

Figure 1: Externalité d'information entre deux foreurs. . . p.41

Figure 2: Processus de location près de la frontière
État/fédéral. p.54

Figure 3: Bonus d'enchère par acre, une comparaison
de gisements à proximité d'une frontière. . . .p. 58

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les questions relatives à l'information dans le processus de production des ressources énergétiques sont étudiées depuis peu. En fait, on qualifie ce champ d'intérêt de nouvelle théorie de l'exploration en relation avec l'offre de ressources énergétiques.*

Notre choix de faire une étude traitant de l'information dans l'exploration pétrolière s'explique par l'imbroglio survenu vers la fin des années 70 relativement à l'exploration pétrolière dans la région des Maritimes. Le sujet s'est toutefois précisé à la suite de lectures concernant les aspects économiques de l'activité d'exploration des ressources énergétiques. Plus particulièrement le texte de Leitzinger et Stiglitz publié en 1983, nous a suggéré l'analyse empirique des externalités d'information dans l'exploration d'hydrocarbure.

Ce mémoire se divise en deux chapitres. Le premier constitue une revue de la littérature économique traitant des externalités d'information et de leurs effets sur le niveau d'exploration. Nous présenterons le plus possible les éléments théoriques en tenant compte du contexte institutionnel qui prévaut dans la région du Golfe du Mexique. Notre objectif est alors de présenter les externalités d'information et de préciser de façon théorique quels sont leurs effets. On présentera ensuite la littérature à caractère empirique. Celle-ci nous sera précieuse pour l'élaboration de notre propre modèle d'évaluation des externalités.

*Selon les propos de J.B. Ramsey du département d'économie de l'Université de New York, tiré de "The Economics of Exploration for Energy Resources".

Le deuxième chapitre présente notre modèle empirique d'évaluation des externalités d'information. Nous y présentons de façon détaillée la méthodologie employée ainsi que les données utilisées. En plus de quantifier la valeur des externalités selon l'approche de Leitzinger et Stiglitz, nous développons un modèle particulier qui permet l'analyse des déterminants de celles-ci. Nous terminons ce deuxième chapitre par une comparaison de nos résultats avec ceux obtenus par d'autres modèles d'évaluation. Finalement, certaines précisions sont apportées quant à une éventuelle intervention gouvernementale visant à favoriser l'exploration des régions vierges.

CHAPITRE I

Revue de littérature et théorie

1) Introduction

2) L'exploration d'hydrocarbure et ses externalités

2.1) Processus exploratoire et définition

2.1.1) Les étapes de l'effort exploratoire

2.1.2) Définition de l'exploration

2.2) Allocation des terres et rôle du Gouvernement

2.2.1) Le problème à solutionner

2.2.2) Les baux miniers

2.2.3) Les enchères publiques

2.3) Les caractéristiques du marché

2.3.1) Les risques

2.3.2) La concentration du marché

2.3.3) L'information et ses externalités

2.4) Les externalités

2.4.1) Propriété en commun d'une ressource

2.4.2) Effet de débordement de l'information

2.4.3) Valeur spéculative de l'information

2.5) Les effets des externalités d'information

2.5.1) Débordement de l'information

2.5.2) Valeur spéculative de l'information

2.6) Sommaire

3) L'évaluation quantitative des externalités d'information

3.1) Introduction

3.2) Pourquoi évaluer des externalités?

3.3) Modèle de Leitzinger et Stiglitz

3.3.1) Présentation

3.3.2) Analyse du cas d'un seul locateur

3.4) Modèle de Peterson

3.5) Sommaire

1) INTRODUCTION

On retrouve une vaste littérature sur le rôle des externalités d'information dans l'exploration des hydrocarbures. Ce premier chapitre a pour but de faire une revue de cette littérature.

La première section traitera de la littérature à caractère théorique. Notre objectif est ici de présenter les externalités d'information, de dégager les aspects institutionnels qui entourent ces externalités et finalement, de déterminer les effets théoriques qu'ont ces dernières sur le marché.

Dans la deuxième section, nous ferons un tour d'horizon des différents modèles quantifiant les externalités d'information dans le domaine de l'exploration pétrolière. Nous y examinerons principalement les méthodes employées et les résultats obtenus. Dans un deuxième chapitre, nous pourrions développer notre propre modèle d'évaluation.

2) L'EXPLORATION D'HYDROCARBURE ET SES EXTERNALITES

- 7 -

2.1) Processus d'exploration et définition

2.1.1) Les étapes de l'effort d'exploration

L'exploration constitue une étape déterminante dans le processus de production des ressources naturelles non-renouvelables. Crabbé (1977, p.560) a bien identifié les étapes de l'effort d'exploration. Ces étapes sont:

- 1) la constitution d'un domaine minier à explorer;
- 2) l'exploration de ce domaine au moyen de techniques géologiques, géophysiques et géochimiques;
- 3) les sondages exploratoires;
- 4) la consolidation des sondages exploratoires productifs.

Cette subdivision du processus d'exploration permet d'associer des comportements économiques qui pourraient être distincts pour chacune de ces étapes.

Si l'on cherche à définir le processus d'investissement dans une mine ou un puits pétrolier ou gazier, cette définition du processus nous permettra de voir plus précisément où se situe l'activité d'exploration à l'intérieur de l'activité de conversion du minerai ou du pétrole brut, provenant des ressources géologiques, en produit économiquement et commercialement exploitable. Selon Mackenzie (1974), le processus d'investissement minier peut se résumer en trois (3) activités, soit:

- 1° l'exploration,
- 2° le développement,
- 3° la production.

Ces activités se situent à l'intérieur d'un processus plus général qui comprend:

- 1) la sélection d'un environnement d'investissement;
- 2) la découverte d'un dépôt minéral à l'aide d'un programme d'exploration;
- 3) la délimitation des découvertes sélectionnées;
- 4) la décision de développement;
- 5) le processus de production.

Les deux auteurs se recoupent aisément dans leur définition du processus exploratoire qui comprend, pour Mackenzie, les trois (3) premières étapes de son processus d'investissement.

Selon McPherson et Owens (1974) Graham, McEachern et Miller (1979), nous devons distinguer l'exploration du minerai par rapport à l'exploration des hydrocarbures (pétrole et gaz naturel). Les différences techniques qui suivent sont à l'origine de cette distinction.(1)

1) La surface d'exploration couverte par les instruments géologiques est plus petite pour les minéraux que pour les hydrocarbures. Cette différence ne réside pas dans les appareils utilisés, mais dans la composition même du gisement.

(1) McPherson et Owens (1974) p. 231

2) Les hydrocarbures ont une situation géologique plus facilement prévisible ce qui simplifie leur découverte et la localisation des champs pétroliers potentiels.

3) Finalement, l'établissement de la "preuve" que le gisement est économiquement exploitable, est plus difficile et coûteuse à réaliser pour le minerai que pour les hydrocarbures.

Ces distinctions ont un impact sur une éventuelle politique minière.

2.1.2 Définition de l'exploration

Selon Crabbé (1977, p.560 et 1983, p.7), l'exploration consiste en la recherche et l'acquisition d'informations au sujet des spécificités de nouvelles réserves, dont l'existence et les caractéristiques sont sujettes à un haut niveau d'incertitude. Ces réserves seront ajoutées à un stock existant dont les caractéristiques sont connues avec plus de certitude. De cette façon, on peut dégager que l'incertitude et l'information constituent les caractéristiques fondamentales de cette activité.

Cependant, Gilbert (1981, p. 173) est plus précis et sépare de façon claire les deux (2) fonctions économiques de l'exploration. Ainsi cette activité aurait pour but:

- 1) d'étendre la capacité d'extraction d'une ressource naturelle;
- 2) de produire une information sur le stock des ressources. Le "stock" représente ici l'ensemble des connaissances sur les ressources soit principalement: le niveau, le montant, la localisation et les coûts.

À ces deux activités sont associées des récompenses financières différentes. Par exemple: la connaissance sur le stock de ressource a une valeur sociale qui diffère de sa valeur privée. Comme nous le verrons ultérieurement, le marché ne récompense pas de façon optimale ceux qui produisent cette information, ce qui génère pour la société un niveau sous-optimal d'investissement dans l'activité d'exploration.

2.2) Allocation des terres et rôle du gouvernement

2.2.1. Le problème à solutionner

Il incombe, dans la très grande majorité des cas, aux gouvernements fédéral ou provinciaux pour ce qui est du Canada, de voir à l'allocation des terres susceptibles de contenir des hydrocarbures. Plusieurs méthodes peuvent être envisagées. Walter J. Mead, dans un texte de 1974, décrit les problèmes qu'a à solutionner un gouvernement ayant la tâche d'allouer les terres qui sont la propriété de l'ensemble de ses citoyens. Il dégage trois problèmes:

1) Le gouvernement doit être aussi objectif que possible pour déterminer à quel individu ou à quelle firme sera donné le droit d'exploiter une ressource qui est publique.

2) Combien le locataire aura à payer au gouvernement pour le droit de recouvrer une ressource commune?

3) Le gouvernement, qui veut économiser ses ressources rares et maximiser le bien-être de ses citoyens dans le temps, se doit d'utiliser un système de location qui débouche sur une méthode optimale de production.

En examinant ces problèmes du point de vue de l'efficacité économique, Mead (1974, p.46) en vient à dire qu'un moyen pour obtenir cette efficacité est de tarifer chaque ressource à sa véritable valeur du marché. La ressource peut-être allouée pour la différence entre les revenus et et les coûts futurs, tout ceci étant escompté de façon appropriée pour obtenir sa valeur présente.

Cependant, plusieurs systèmes existent pour l'allocation des ressources. Certains pays utilisent la méthode de négociation. Toutefois, cette méthode se bute trop souvent au problème qui consiste à rendre certaine la valeur présente d'une ressource naturelle. Selon Mead, 1974, p.47, il n'y a aucun test objectif qui nous permet de déterminer cette valeur.

Il existe aussi différentes méthodes d'enchère publique. L'élaboration d'une politique, en ce qui a trait au choix d'une méthode, repose toutefois sur les objectifs des gouvernements en place, et sur le caractère institutionnel qui entoure le choix politique.

Nous examinerons plus en détails certaines des méthodes qui sont le plus fréquemment utilisées à la section 2.2.3 de ce chapitre.

2.2.2) Les baux miniers

Cette section sur les baux miniers a simplement pour objectif d'apporter une différenciation entre deux modes de tenure des terres. La signature d'un bail représente le fait que la ressource appartient toujours à l'état, qui ne fait que louer une partie délimitée de son territoire pour des fins de mise en production de la ressource.

Les baux miniers existent par opposition aux concessions minières, qui confèrent pour une durée illimitée, le droit à leur détenteur de s'approprier les ressources naturelles qui y reposent.

Ainsi, la location s'effectue pour une période de temps qui est fixée par la loi et selon certaines conditions qui varient d'une région à l'autre, d'une province à l'autre, d'un pays à l'autre.(2)

2.2.3) Les méthodes d'enchère publique

Le système d'enchère publique constitue le moyen utilisé aux États-Unis et au Canada pour l'allocation des terres visant l'exploitation des ressources naturelles. Cependant diverses modifications ou différenciations peuvent exister à l'intérieur de ce mécanisme de transfert des droits sur les ressources naturelles du secteur public au secteur privé. On reconnaît généralement quatre (4) grands types d'enchère,

- 1 - Les enchères sur les dépenses sous forme de travaux à réaliser.
- 2 - Les enchères sur les royautés à payer.
- 3 - Les enchères sur la part des profits.
- 4 - Les enchères de boni.*

(2) Voir Crabbé 1983 "Economic Analysis of Quebec's Mining Legislation" pour une discussion plus approfondie sur le sujet, ainsi que pour un exemple pratique, soit celui du Québec.

*L'enchère de boni est simplement une enchère où le vainqueur est le plus offrant (offre le plus gros boni) pour le gisement. Toutefois, le gouvernement n'a aucune obligation d'accepter le boni le plus élevé.

On peut multiplier par cinq (5) ou six (6) le nombre de possibilités si on examine les diverses combinaisons entre deux ou plusieurs méthodes et si l'on ajoute les diverses formes de paiement.

Prenons par exemple l'enchère sur la part des profits qui, à elle seule, peut toucher:

- 1 - soit les profits bruts ou les profits nets;
- 2 - avec un bonus requis ou non;
- 3 - avec ou sans royauté.

Les textes de Mead, de Leland et de Erickson, tous de 1974, font le tour de ces méthodes tout en les décrivant et en les évaluant.

Cependant, chacune de ces méthodes d'allocation confère une place privilégiée à l'information. À travers un mécanisme d'enchère, chacun des participants voudra avoir le plus d'informations possibles, soit dans le simple but de remporter l'enchère ou soit dans le double but de remporter l'enchère, mais en réalisant le plus grand gain c'est-à-dire en payant le moins cher possible pour le gisement.

De son côté, le gouvernement voudra obtenir davantage pour sa ressource, si son objectif est la maximisation de ses revenus.

Cependant, même si tel n'est pas le cas, le gouvernement voudra néanmoins recevoir la part "juste et équitable" de la

valeur de la ressource. En d'autres termes, il voudra aller chercher la partie de la rente qui revient à ce stade de production. Ainsi, il voudra obtenir le plus d'information possible sur la valeur de sa ressource. F.M. Peterson et A.C. Fisher dans leur texte de 1977 "L'économie des Ressources Naturelles" font bien le tour de la question en spécifiant que: "Lorsqu'une propriété contenant un dépôt est sur le point d'être louée, le locataire cherche à savoir ce que le dépôt peut lui rapporter et combien il doit payer pour l'obtenir. Souvent le prix sera déterminé à l'enchère et alors, il doit développer une stratégie d'achat".(3)

Le niveau et la dispersion de l'information revêtent à ce moment une très grande importance. Les différences d'information entre le gouvernement et les firmes peuvent être source d'inefficacité, de même que les différences d'information entre les firmes peuvent l'être aussi, toujours selon Peterson et Fisher.

2.3) Les caractéristiques du marché

Peterson (1974) développe dans son texte "Economics Theory of Mineral Leasing" un modèle du marché idéal pour l'atteinte d'un niveau d'exploration optimal. Ce modèle est basé notamment sur des hypothèses d'informations parfaites et de non-aversion aux risques. Pour rendre son modèle plus réaliste, Peterson modifie certaines hypothèses pour tenir compte de l'aversion aux risques et des différences d'information entre les agents.

(3) Peterson et Fisher 1977, l'Actualité Économique, p.530

"Under these new sets of assumptions, the market no longer assures the optimal timing of resource extraction or the maximization of the present value of government revenues, and the latter goal might no longer be optimal when political and environmental factors are considered... When a degree of realism is considered, a more active role for government is suggested and some policy directions are indicated."(4)

2.3.1) Les risques

La localisation et la qualité des gisements ne sont jamais connues avec certitude, pas plus que les prix futurs des minéraux et l'état de la technologie. Loin d'un monde d'information parfaite, nous sommes dans un domaine où règnent le risque et l'incertitude. Avec des programmes d'exploration excessivement coûteux et des ratios de succès très bas, l'exploitation pétrolière est un des domaines les plus risqués.

Ainsi, selon Peterson, quand l'exploration entre en considération dans son modèle, l'aversion au risque constitue un problème qui affecte le nombre d'enchérisseurs et la dimension des firmes. Les petites firmes sont désavantagées face aux grosses, parce que leur possibilité de diversification du

(4) Peterson (1974), p. 34

risque est plus petite et ainsi leur probabilité de ruine plus grande. Ce phénomène est amplifié par la nature et l'envergure des coûts qui sont associés à l'activité d'exploration. Allais (1957) nous le démontre dans son étude appliquée au cas spécifique de l'exploration dans le désert du Sahara Algérien.

Gilbert, toutefois, dans son texte de 1981 fait une distinction très nette entre le risque privé et le risque social. Pour lui, la prospection est une activité risquée quoique pour la société, l'effet du forage d'un puits "sec" est négligeable.

Le risque social implique l'incertitude sur le total des découvertes. Il admet que le risque privé peut être significatif et cela même si le risque social est très négligeable. Ramsey (1979) prétend que les investissements en exploration sont davantage fonction du risque privé que du risque social. Cependant, il rejoint Gilbert (1981) lorsque ce dernier dit que le risque est un coût et que même si ce dernier est élevé, il ne nécessite pas de subvention spéciale, d'autant plus que ce risque est diversifiable. Le risque n'est pas la principale source de déficience du marché, parce que des opportunités de diversification sont disponibles.(5)

(5) Gilbert 1981, p. 191

2.3.2) La concentration du marché

En raison du risque, des rendements d'échelle, mais surtout de la disponibilité de l'information, les grandes firmes seraient favorisées dans le marché de l'exploration, selon Peterson (1974a). Cependant, McKie (1960) et la majorité des grandes firmes prétendent le contraire. Ces derniers vont jusqu'à dire que les petites firmes font la majeure partie de l'exploration. Les études empiriques aux Etats-Unis tendent à démontrer que les trois quarts (3/4) de l'exploration seraient réalisés par les petites firmes. Cependant, Peterson prétend que la concentration de l'industrie est plus élevée qu'il semble à première vue à cause des liens multiples qui existent entre les directions d'entreprises. Les petites firmes se verraient attribuer un rôle secondaire et exploiteraient les petites structures tandis que les grosses firmes détiendraient la majorité des grandes structures pétrolières.

"A small company may be drilling a given well, but a big company possibly owns most of the leases and has a significant interest in the well. The statistics on who is discovering oil are deceptive and should be changed so that they credit a proportionate part of the oil discovered to the interest holders rather than just to the operator of record... There is strong evidence that small, independent companies explore the smaller oil structures. The big ones that remain untested are in the Arctic, offshore or very deep, where the independents cannot afford to go."(6)

(6) Peterson, F.M. (1974a), p. 155-156

Un des effets premiers de la concentration du marché se situerait au niveau du nombre d'enchérisseurs. Plus les firmes sont grosses, moins le nombre d'enchérisseurs est élevé. Cette situation mènerait à diverses collusions et à un niveau sous-optimal de revenu pour le gouvernement. Peterson (1974) spécifie qu'il y a une corrélation positive entre le nombre d'enchérisseurs et la valeur des enchères sur les gisements.

Mead (1966), Gaskin et Vann (1975) ont effectué des études statistiques et économétriques sur le sujet.

"... the ratio of winning bids to United States Geological Survey estimates of the value of the tracts rose with the number of bidders. On the March 1974 lease sale, the ratio rose from a curious 1.00 for one bidder up to 6.16 for eight or more bidders. The value do not necessarily imply collusion among the bidders, but they show a significant relationship between the number of bidders and the size revenues on lease sales."(7)

(7) Peterson (1974)

2.3.3) L'information et ses externalités

Comme le dit Gilbert (1981, p.175), l'information est un "signal"; c'est-à-dire une observation qui mène à une révision des probabilités subjectives d'un événement.

La demande pour l'information dépend des opinions des individus sur l'incertitude environnementale, sur le risque et sur les conséquences anticipées de diverses actions qui auront et qui pourront être posées.

Toujours selon Gilbert (1981, p.175) l'exploration produit trois (3) différents types d'informations, soit: premièrement de l'information sur le montant ou le niveau du stock total de ressources exploitables; deuxièmement sur le coût d'extraction des différents types de ressources, ce qui peut s'expliquer pratiquement par des connaissances supplémentaires sur la qualité et/ou la pureté du minerai ou du pétrole; troisièmement sur la localisation de ces différentes ressources.

Le troisième type d'information a pour effet concret de réduire les erreurs de forage de puits "sec".

Cependant l'information d'exploration peut modifier les divers schémas d'extraction. Ainsi l'acquisition de connaissances supplémentaires sur la dimension, les coûts et la localisation des dépôts, aura pour effet de réduire l'incertitude géologique. De cette manière l'information a une valeur. Gilbert (1981) va plus loin en déterminant la valeur tant privée que sociale de l'information d'exploration. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces questions un peu plus loin.

Pour Leitzinger et Stiglitz (1983), l'information doit être considérée comme un intrant dans la production du pétrole et du gaz. Ces auteurs ont comparé l'importance des dépenses d'acquisition d'informations par rapport aux dépenses en équipements de forage, en pipelines et en plateformes et ceci pour quatre claims de l'Outer Continental Shelf*, loué durant la fin des années 1970.

Tableau 1**

Part des coûts par catégories de dépenses:

<u>Catégories</u>	<u>% du coût total</u>
Exploration	5.9
Développement	3.2
Pipelines	3.0
Plateformes	6.1
Bonus d'enchère	37.6
Royautés	44.2

* L'Outer Continental Shelf concerne les gisements au large des côtes américaines, dans l'exemple ci-haut, la région du Golfe de Mexico est étudiée.

Un "claim": une superficie déterminée par l'exploration

** tiré de Leitzinger et Stiglitz (1983) p.3

Pour ces auteurs les dépenses d'exploration représentent le coût de production de l'information. Ce coût serait plus important que la part des dépenses associées au développement des puits d'extraction. Il en va de même pour les dépenses associées aux pipelines. Le pourcentage des dépenses d'exploration rejoint presque le pourcentage des dépenses de plateformes, qui se situe à 6.1% du coût total.

Cependant, Leitzinger et Stiglitz (1983, p.3) spécifient que ce tableau sous-estime le total des dépenses qui seraient attribuables à la recherche et à la production d'informations, car ce tableau représente les parts des dépenses nominales. Depuis que les dépenses d'exploration sont survenues très rapidement dans la vie du bail, la part de ces coûts mesurés selon la valeur présente est certainement supérieure.

Egalement, ce tableau représente strictement les coûts encourus après la location ou la signature du bail. Des enchérisseurs prospectifs ont rapporté avoir consacré 10,000 jours/hommes à préparer la stratégie d'enchère, ce qui signifie 10,000 jours/hommes occupés à collecter et à interpréter l'information concernant les gisements prospectifs.(8)

L'acquisition d'information a pour effet de réduire les coûts de développement pour les gisements productifs. Une meilleure information permet aux entreprises d'amener les puits productifs à maturité plus rapidement et ce, à un coût beaucoup

(8) Leitzinger et Stiglitz (1983) p. 4

moins élevé. Un consultant industriel oeuvrant dans le secteur pétrolier et familier avec la technologie de production a testé cette information spécifique à la géologie. Les résultats de cette étude présentée dans le texte de Mead et Sorensen (1980), nous indiquent qu'une entreprise qui explore et découvre un gisement productif après avoir utilisé l'information produite par une firme pionnière, réduit d'en moyenne 20% ses coûts de développement du gisement. Ces auteurs soulignent également que l'utilisation de l'information produite par la pionnière permet de réduire de deux (2) ans en moyenne le temps de développement du gisement.(9)

Toutefois, de la production d'information se dégage certaines externalités. Peterson (1975), Stiglitz (1975), Mead (1974), Gilbert (1981), Gaffney (1967) puis Leitzinger et Stiglitz (1983) ont tous réalisé une investigation des externalités dans l'exploration des hydrocarbures. On y relève particulièrement trois (3) types d'externalités. Une première concerne l'aspect de propriété commune d'une ressource; elle est communément appelée externalité de "common pool" dans la littérature. Deux autres externalités concernant cette fois la production d'information ont été relevées. Une première a trait à l'effet de débordement de l'information (information spillover) et la seconde est reliée à la valeur spéculative de l'information.

(9) Leitzinger et Stiglitz (1983) p.4, en référence d'un texte de Mead, Sorensen, Jones et Moseidjord, "US Geological Survey Contract", Mars 1980.

Il est toutefois difficile d'estimer la direction et l'amplitude des distortions du marché occasionnées par ces externalités. Simultanément on y retrouve des effets qui incitent trop à l'exploration et d'autres qui n'incitent pas assez et même la retardent ou l'annulent. Ainsi donc, le marché ne distribue pas optimalement les incitations à l'exploration pour les hydrocarbures selon Gilbert (1981, p. 174).

2.4 Les Externalités

2.4.1. Propriété commune d'une ressource

L'exploration pétrolière va entraîner une déséconomie externe dans le sens où les firmes traitent les gisements de minéraux non découverts comme des ressources de propriété commune (10). Ce phénomène entraîne un surplus d'exploration, car les firmes cherchent à s'accaparer rapidement les gisements. Ceci crée une diminution de l'offre de gisement non découvert.

Pour expliquer ce phénomène, Peterson (1975) utilise la fable de "l'Easter Bunny", que nous résumerons ici. Peterson utilise des oeufs pour représenter les champs pétroliers non découverts. Les oeufs occupent un espace négligeable et ils sont distribués au hasard. La personne qui trouve un oeuf n'a pas d'information sur la localisation des autres oeufs. Cependant, chaque fois qu'un individu (une firme) trouve un oeuf, l'offre des oeufs non découverts diminue et les coûts de recherche pour les autres sont augmentés.

(10) Peterson (1975) p. 101

Les individus ou les firmes étant indépendants, ils n'ont aucune incitation à considérer dans leurs décisions cette augmentation des coûts de recherche qu'ils imposent aux autres (à leurs concurrents).

Dans notre exemple les oeufs représentent une ressource de propriété commune. Ceux-ci sont recherchés de façon excessive. L'externalité cause alors un taux excessif de production d'exploration. (11)

Cette illustration n'est pas totalement fausse, car les oeufs peuvent représenter différents champs pétroliers comme par exemple l'oeuf numéro 1 représente les champs du Texas de l'Est, l'oeuf numéro 2 les champs de l'Alberta et l'oeuf numéro 3 représente les champs de l'Alaska, etc... De ce fait, la localisation des découvertes dans l'Est du Texas ne peut nous fournir d'indications sur la localisation des champs de l'Alaska, par exemple. A tout le moins les seules informations qui pourraient être utiles sont celles qui ont trait à la technologie.

Cependant, pour rendre plus réel notre exemple, il faut tout de même spécifier que certaines localisations sont plus susceptibles de contenir du pétrole et/ou du gaz naturel.

Toutefois, cette offre décroissante des champs de pétrole non découverts peut se refléter dans l'augmentation de la profondeur des forages ainsi que dans l'augmentation du pourcentage de puits "secs". Peterson (1975) cite un relevé de l'American Petroleum Institute (12) qui révèle que le taux moyen de

(11)(12) Peterson (1975) p. 101 et 103

profondeur des puits exploratoires aux Etats-Unis était passé de 4197 pieds en 1951 à 6068 pieds en 1968, tandis que le pourcentage de puits "secs" est passé de 38.7% à 40.54% durant la même période.

Selon l'auteur, il peut devenir très coûteux de forer aujourd'hui et d'éliminer une opportunité future d'exploration, ceci en autant que beaucoup d'activités d'exploration soient planifiées par l'industrie dans son ensemble. Peterson (1975) développe une méthode de calcul de cette externalité et il conclut que l'externalité de "common pool" peut sembler significative. Toutefois, il détermine que cette externalité est plus pécunière que réelle et cela à cause du marché des droits de forage. De plus le niveau d'exclusion de l'information aura pour effet de minimiser l'externalité de propriété commune, comme nous le verrons un peu plus loin.

Pour sa part Stiglitz (1975) stipule que la majeure partie du problème de déséconomie externe occasionnée par l'externalité de propriété commune est réglée efficacement par la réglementation. Il soulève, dans son texte "The Efficiency of Market Prices in Long Run Allocations in the Oil Industrie", plusieurs méthodes d'internalisation de cette externalité.

2.4.2) Effet de débordement de l'information.

Selon la formule de bail minier, qui est utilisée dans la majeure partie des Etats-Unis et du Canada, le découvreur de nouveaux champs pétroliers s'approprie rarement toutes les terres adjacentes. Une entreprise qui effectue de l'exploration sur un gisement ne peut se permettre, à cause de la très grande

incertitude qui prévaut, d'acquérir tous les terrains environnants. Ceci représenterait un coût beaucoup trop élevé au départ, en regard des probabilités de découverte d'un gisement économiquement et commercialement exploitable qui est très faible. De plus la structure d'une nappe pétrolière et gazière peut couvrir une distance de près de cent milles carrés (100 milles²) comme dans le cas du gisement de la North Slope en Alaska.(13)

Cependant, une entreprise qui fore un puits exploratoire fournit de l'information aux propriétaires des terres adjacentes, ces derniers n'ayant rien à déboursier pour l'obtenir. Peterson (1975) nous explique que ce "don" d'information constitue une économie externe qui aurait pour effet de décourager l'exploration. Si un foreur pionnier (le premier à forer dans une région) ne peut capter tous les bénéfices reliés à ces risques d'exploration, alors il va simplement renoncer à l'aventure.

Miller (1972) a discuté plusieurs exemples de cela pour les Etats-Unis dans son texte "Some Implications of Land Ownership Pattern for Petroleum Policy". L'exemple du Colonel Drake en Pensylvanie de l'Ouest constitue une bonne illustration de la situation. Ce dernier fut le premier à découvrir du pétrole économiquement exploitable dans cette région. Il fournit alors l'information qui a eu pour effet de faire démarrer un "boom" pétrolier dans cette région. Plusieurs personnes et firmes ont profité de cette information pour développer leur gisement à moindre coût.

(13) Peterson (1975) p.102

Pour sa part Stiglitz (1975) détermine que le succès ou l'échec des puits donne une information importante sur la probabilité de succès ou d'échec sur les terrains voisins.

Si les coûts de forage exploratoire sont élevés, il y a une incitation à attendre l'information que donneront les forateurs sur les terres voisines. Toutefois, il n'en demeure pas moins qu'il y a un coût à l'attente. Nous présenterons le modèle de Stiglitz dans la section sur l'effet des externalités d'information.

De son côté, Gilbert (1981) considère l'information d'exploration comme une sorte de bien public. Il nous indique, que tous veulent profiter de l'information, sans toutefois avouer que cette dernière leur est utile. Ils sous-estiment alors le montant qu'ils devraient payer pour se servir de l'information. Ceci, exprimé sous une autre forme, correspond au concept d'externalité de débordement de l'information utilisé par les autres auteurs. Cet aspect de l'information peut biaiser l'allocation du marché de l'exploration et ainsi causer des délais dans les dépenses d'investissement pour ce type d'activité, car les firmes vont attendre l'information potentielle qui sera produite par leurs concurrents. Gilbert va plus loin en affirmant que l'information d'exploration peut être considérée comme un bien public à peu près pur, à l'exception toutefois du rendement décroissant dans le temps. Par exemple, l'information exploratoire aurait pour effet de faire ajuster les prix; les producteurs et les consommateurs modifiant leur production et leur consommation en fonction de la nature de la nouvelle information.

Gilbert reconnaît également l'existence d'un second effet de débordement de l'information. Il appelle ce second effet l'externalité d'information "locale". Ceci s'applique à des gisements, propriétés de différentes firmes, mais se situant à l'intérieur d'une même structure géologique. Les gisements ayant un taux élevé de corrélation dans la nature des découvertes, pourront créer un bénéfice externe, en autant qu'une firme réalise les travaux d'exploration sur un seul des gisements.

Les effets de l'externalité de débordement de l'information sont multiples et touchent principalement le calendrier ou la cédule d'exploration, ainsi que son processus. Ces effets seront étudiés au chapitre 5.

Toutefois, comme nous l'avons mentionné antérieurement, l'importance relative de l'externalité de débordement de l'information dépend du niveau d'exclusion de cette information.

a) Niveau d'exclusion:

Si l'information a la propriété d'exclusion, ceci veut dire que l'explorateur pionnier peut cacher l'information qu'il génère. À ce moment, la compagnie qui a effectué l'exploration sera seule détentrice des connaissances au niveau de la valeur du gisement que recèle, premièrement son "terrain" et deuxièmement, les "terrains" avoisinants. Le comportement de cette firme sera alors de louer les terres avoisinantes ou tout simplement de vendre son information.

Peterson (1975) ajoute que la compagnie pourra également profiter du fait que le propriétaire original des terres adjacentes, soit le gouvernement dans la plupart des cas, ne connaît pas la valeur de la terre qu'il possède. À tout le moins, il n'en a qu'une idée vague et très relative. Après avoir trouvé des gisements, la firme exploratrice pourra obtenir la location des terres adjacentes en ayant à payer strictement la valeur de réservation de cette terre.(14)

Dans ce cas, l'externalité de propriété commune de la ressource sera prépondérante. Ceci s'explique aisément par le fait que l'information est dissimulable et qu'ainsi, seul celui qui explore aura l'information. Il n'y aura pas de "boom" pétrolier sur cette terre ni dans cette région. Le droit aux ressources naturelles, conféré par le bail minier, sera pratiquement gratuit. L'effet en est que la ressource sera extrêmement exploitée, selon les résultats conférés par la théorie de l'externalité de propriété commune.

Si, à l'inverse, l'information n'est pas dissimulable, alors il sera démontré que l'externalité de débordement de l'information sera prépondérante, tandis que l'effet "Easter Egg" lui, sera internalisé. Lorsque l'information se distribue de façon libre et gratuite, alors les entreprises, oeuvrant dans le domaine de l'exploration, auront à obtenir des droits avant de procéder à l'exploration du territoire. Car ils devront payer un montant supplémentaire au prix de réservation.

(14) Peterson (1975) p.104

Le propriétaire de la terre, le gouvernement dans la majeure partie des cas, aura aussi toute l'information. Ceci lui permettra de collecter une rente, reflétant de façon presque parfaite, les avantages sous forme de ressources, que dissimule sa propriété.

Avec une libre circulation de l'information, les opportunités de forage auraient maintenant un prix qui serait différent de zéro et cela au même titre que les autres ressources rares de la société. Alors, l'externalité de propriété en commun des ressources n'aura aucune influence sur l'allocation. C'est pourquoi on dit que l'externalité de propriété commune sera alors strictement pécunière.

Une estimation de l'externalité de débordement de l'information a été réalisée par McDonald (15) en 1963. Il nous indique que la valeur de cette dernière sera deux (2) fois plus élevée que les coûts associés aux forages. Cette valeur devrait s'additionner au prix de réservation de la terre comme le mentionne Peterson (1975, p. 105).

Nous avons examiné ici seulement deux (2) cas extrêmes. Si l'information ne peut être dissimulée que partiellement, la situation devrait être modifiée légèrement. Par exemple, si l'information peut être dissimulée en partie au propriétaire de la ressource, alors Peterson détermine que les compagnies pétrolières auraient à payer un peu moins de deux (2) fois leur coût de forage.

(20) Peterson (1975) p.105

Le niveau d'exclusion de l'information dépend de plusieurs facteurs et il varie aussi pour différents types de ressources. Par exemple, le niveau d'exclusion de l'information dans l'activité d'exploration du cuivre est différent de celui du pétrole et du gaz. Le niveau d'exclusion de l'information est caractérisé par les opérations techniques d'exploration.(16) Qu'en est-il du pétrole et du gaz naturel?

b) Niveau d'exclusion de l'information dans le cas du pétrole et du gaz:

L'information d'exploration est difficile à cacher selon Peterson (1975), pour des raisons premièrement technologiques et deuxièmement institutionnelles.

Du point de vue technologique les compagnies pétrolières ont des "scouts" ou des "espions" qui ont simplement comme rôle de rôder et de surveiller les compétiteurs lors des opérations de forage. Ainsi, ce dernier pourra évaluer la profondeur du forage simplement en comptant la longueur des tuyaux. Il pourra de plus déterminer la formation géologique en observant la couleur de la boue de forage.(17) Les découvertes majeures sont ainsi connues très rapidement.

Du point de vue institutionnel, les données géophysiques sont faciles à acquérir et rapidement connues. Le propriétaire est généralement le gouvernement qui veut maximiser la valeur de ses propriétés. Ainsi, plus ce dernier possède d'information, plus il peut atteindre son objectif.

(16)(17) Peterson (1975) p.105

À titre indicatif, le texte de Matte (1983) donne un bon aperçu pour le Québec, de ce que le gouvernement peut exiger comme information de la part des explorateurs et des exploitants.

Le gouvernement possède la majorité de l'information qu'il désire, ce qui explique que l'externalité de débordement de l'information soit prédominante par rapport à l'externalité de propriété commune. Gilbert (1981) corrobore les résultats de Peterson en signalant qu'il est pratiquement impossible de dissimuler une découverte majeure pour une période de temps raisonnable.

Cependant, il apporte une légère possibilité d'exclusion de l'information en ce qui regarde l'expérience, les capacités et l'intuition du personnel technique oeuvrant pour une firme, dans le traitement de l'information et des données (Gilbert 1981).* Pour le pétrole et le gaz naturel, le niveau d'exclusion de l'information serait faible et une très grande proportion des bénéficiaires de forage "déborderaient" sur les propriétés non-louées. Par exemple, l'exploration serait découragée dans les régions vierges où l'effet de débordement serait important et intensif.

Toutefois, quels sont les effets exacts de cette externalité sur la cédule et sur le processus d'exploration? Nous répondrons à cette question au chapitre 2.5. Cependant, un deuxième type d'externalité d'information existe, il s'agit de la valeur spéculative de l'information.

*Pour de plus amples détails sur cette question et pour une énumération d'exemples, voir McKie, 1962.

2.4.3) La valeur spéculative de l'information

Dans la majorité des cas, le propriétaire des terres n'est pas le producteur d'hydrocarbure. Il y a transfert entre le propriétaire et un locataire qui devient le producteur. Comme nous l'avons vu précédemment, le transfert s'opère généralement par un mécanisme d'enchère publique. Celui qui est le plus utilisé présentement demeure le mécanisme de bonus d'enchère.

Généralement, les termes de location consistent en une royauté, fixée ad valorem, combinée avec le bonus et déterminée à l'enchère.

Le système d'enchère introduit une externalité d'information supplémentaire. Certains de ses effets sont positifs, d'autres négatifs.

Si on considère, dans un premier temps, la valeur de l'information pour les enchérisseurs (ensemble de locataires potentiels), alors le système de bonus d'enchère force les locataires éventuels à payer pour des gisements, dont la valeur demeure incertaine. L'incertitude introduit un ensemble de possibilités quant aux comportements des individus. Comme l'ont déterminé Leitzinger et Stiglitz (1983), certains enchérisseurs vont sous-estimer la valeur du bail, d'autres vont la sur-estimer.

Ces erreurs d'estimation peuvent entraîner des problèmes, particulièrement pour les locataires qui cherchent à pourvoir leur propre production.(18) Ainsi, en sous-estimant trop fréquemment la valeur des baux, ces entreprises manqueront d'approvisionnement, ce qui pourra devenir un sérieux problème, si ça se produit trop fréquemment.

(18) Leitzinger et Stiglitz 1983, p. 5

À l'inverse, en sur-estimant la valeur d'un gisement, les entreprises peuvent risquer la perte totale de leur enchère, pour un gisement sans valeur.

Dans ce cas, la valeur de l'information additionnelle qui ne serait pas offerte aux voisins, serait élevée pour les compétiteurs. Cette information peut aider l'enchérisseur à ne plus sur-offrir ou sous-offrir. Dans la littérature on appelle cette distortion dans la disponibilité de l'information, asymétrie d'information.

L'étude de l'information, lorsque simultanément distribuée à tous les compétiteurs, est une question légèrement plus complexe.

Selon Leitzinger et Stiglitz (1983), si les anticipations concernant la valeur du gisement sont biaisées, alors l'addition d'information peut empirer la situation. Par exemple, si les enchérisseurs sont optimistes, une meilleure information peut prévenir l'étalement de la sur-enchère et inversement s'ils sont pessimistes.

La méthode d'allocation des terres par bonus d'enchères introduit également un concept de transfert du risque si nous considérons une diffusion générale de l'information. Toujours selon Leitzinger et Stiglitz, le bonus d'enchère transfère le risque du propriétaire ou locateur/producteur. Cependant, une meilleure information additionnelle retourne le risque au propriétaire, dans la mesure où toute variation dans la productivité des baux peut se traduire par une variance dans les bonus

d'enchère. La question est donc de savoir qui a le plus d'aversion au risque. Si les locateurs et les locataires ont un même niveau d'aversion aux risques, l'information via son impact sur le risque, n'a pas de bénéfice social net. D'un autre côté, si le locateur a moins d'aversion au risque que le locataire (possible si les gouvernements sont locateurs) une meilleure information va augmenter le bien-être social.(19)

La distribution d'information a un impact supplémentaire quant au déroulement des enchères. Par exemple, une information distribuée de façon asymétrique entre les enchérisseurs peut avoir pour effet de réduire les paiements aux locateurs. (20) Le niveau des paiements dépend, il en va de soi, du niveau de la concurrence.

Les entreprises sachant qu'elles ont moins d'informations que leur concurrent peuvent avoir pour réaction, soit de ne pas participer à l'enchère, soit de suivre par une offre un peu plus élevée l'enchère de celui qui a une bonne information. Ce deuxième aspect de l'alternative est fort peu probable, le système d'enchère étant habituellement secret.

Gilbert (1981) a résumé la situation en disant que l'information produite par l'exploration peut être utilisée dans les enchères pour spéculer sur la valeur des propriétés. Ceci entraîne des distortions supplémentaires dans le marché d'allocation des ressources d'exploration. Les firmes d'exploration prépareront donc soigneusement leur stratégie d'enchère.

(19)(20) Leitzinger et Stiglitz 1983, p.7, p.6

Les effets de ce type d'externalité seront étudiés au chapitre 2.5. Cette externalité affecte entre autre la cédule et le processus d'exploration, la localisation du gisement exploré ainsi que les enchères.

2.5) Les effets des externalités d'information:

2.5.1) Externalité de débordement de l'information:

Comme nous l'avons vu précédemment, la mesure exacte des effets des externalités d'information est une question complexe.

Pour l'externalité de débordement de l'information, nous avons vu que le succès ou l'échec des puits voisins donnent une information utile aux propriétaires des terres adjacentes. Les effets auront une importance seulement si les terres adjacentes font partie de la même structure géologique, que celle qui fut préalablement explorée.

Le niveau d'exclusion de l'information constitue également un élément déterminant dans l'amplitude qu'auront les effets de cette externalité. Dans le cas de l'exploration du pétrole et du gaz, nous avons conclu que le niveau d'exclusion de l'information était relativement faible, quoiqu'il existait toujours.

Les effets de cette externalité se répercutent particulièrement au niveau de la cédule d'exploration et aussi au niveau du processus d'exploration. Quels sont ces effets et dans quel sens distord-t-il la cédule et le processus d'exploitation? C'est à cette question que va répondre la section suivante.

a) Niveau d'exclusion:

Gilbert (1981) nous présente un modèle où nous retrouvons seulement deux (2) gisements adjacents, qui sont exploités par deux (2) firmes différentes.

Selon lui, si les firmes sont concertées et explorent ensemble les gisements, la stratégie efficace d'exploration consistera à maximiser.

$$(1) R_{\text{Tot}} = E \left\{ V_1(E_1) + V_2(E_2) \mid I \right\} - \{E_1 + E_2\}$$

ou $V_i(E_i)$ est la valeur anticipée du i ème gisement donnant un investissement d'exploration de E_i . Alors les anticipations sont conditionnelles à I , qui constitue le niveau initial de connaissance de deux (2) firmes.

Inversement, si les gisements sont explorés indépendamment, chaque firme cherchera à maximiser:

$$(2) R_i = E \left\{ V_i(E_i) \mid I_i \right\} - E_i$$

ou I_i constitue ici le stade de connaissance de la i ème firme, au moment de la décision d'exploration.

Dans le cas où l'information d'exploration ne serait pas publiquement disponible, Gilbert (1981) nous indique que chaque firme investira et explorera son gisement, comme si chacun était indépendant, il maximiserait alors:

$$(3) \underset{E_i}{\text{MAX}} V(E_i) - E_i$$

A ce moment, si les gisements sont corrélés (font partie d'une même structure géologique), Gilbert démontre qu'il y aura des investissements superflus en exploration, parce que les firmes ne sont tout simplement pas au courant de l'interdépendance entre les découvertes. Cependant, il est également possible qu'aucune firme ne trouve l'exploration indépendante profitable, tandis que l'exploration en commun le serait.

L'auteur poursuit son exemple en déterminant que si les gisements sont parfaitement corrélés, alors seulement un gisement aurait à être exploré pour déterminer la valeur anticipée des deux gisements.

Il arrive à la conclusion que la stratégie d'exploration concertée, devra être séquentielle, avec une valeur anticipée de:

$$(4) R_{101} = (\pi V - E) + \pi \{ \pi_S V - E \} + (1 - \pi) \max \{ \pi_F V - E, 0 \}$$

où E est le coût de forage, V est la valeur de la structure pétrolière (pool), si l'exploration est un succès, π est la probabilité de découverte de chaque gisement sans information. π_S représente la probabilité conditionnelle d'un succès sur l'exploration du gisement voisin et π_F la probabilité conditionnelle d'un échec.

La valeur anticipée d'une exploration indépendante sur chaque gisement sera seulement:

$$(5) R_i = \pi V - E$$

Dans le cas où l'information est publique, le niveau des connaissances pour chaque firme est le même que si l'exploration était réalisée conjointement. Cependant, comme le mentionne Gilbert (1981), la distribution des bénéfices de l'exploration n'est pas nécessairement équitable.

Considérons le modèle de Gilbert (1981) et disons que la première firme à avoir exploré fait un profit anticipé de $\pi V - E$. La seconde firme qui explore conditionnellement aux résultats de la première fait un profit anticipé de:

$$(6) R_2 = \pi (\pi_S V - E) + (1 + \pi) \max (\pi_F V - E, 0)$$

Gilbert détermine que $R_2 > R_1$ et que la seconde firme bénéficie de l'information produite par l'activité d'exploration de la première.

b) Distortion dans la cédule d'exploration:

Si les coûts de forage sont élevés, il y a incitation à attendre l'information d'un foreur sur la terre voisine. Toutefois, comme le démontre Stiglitz dans son texte de 1975, il y a assurément un coût associé à l'attente. Stiglitz démontre que si le prix du pétrole augmente au taux d'intérêt, comme ce doit être à l'équilibre, et si les autres coûts (transport, etc...) sont négligeables, alors il n'y aurait pas de coût d'attente dans les faits. Cependant, si la valeur du pétrole augmente à un taux plus rapide que le taux d'intérêt, alors il sera payant pour le propriétaire de remettre l'exploration jusqu'à ce que le voisin l'accomplisse.

Selon Stiglitz, ce type de considération mène les firmes à remettre le forage jusqu'à la limite de durée du bail.

Dans son modèle à deux (2) gisements exploités par deux firmes, Stiglitz examine particulièrement la valeur d'un puits en considérant deux possibilités. Dans le premier cas le pétrole est découvert à la première période; sa valeur est de V_S et les coûts de forage sont de C_D . Dans le deuxième cas la valeur du puits découvert à la deuxième période est de $V_S - C_W$. C_W représente ici le coût d'attente et C_D représente les coûts de forage à la deuxième période. La figure 1 dresse la liste des résultats obtenus par Stiglitz (1975).

Figure 1: Externalités d'information entre deux foreurs*

		"A" FORE		"A" NE FORE PAS A LA 1 ^{re} PÉRIODE	
		"A" Succès	"A" Echec	"A" succès	"A" Echec
"B" Succès	"B" Succès	$V_S - C_D, V_S - C_D$	$-C_D, V_S - C_D$	$V_S - C_W - C'_D$, $V_S - C_D$	$-C'_D, V_S - C_D$
	"B" Echec	$V_S - C_D,$ $-C_D$	$-C_D, -C_D$	$-C_D, 0$	
"B" FORE	"B" Succès	$V_S - C_D,$ $V_S - C_W - C'_D$	"B" ne fore pas" $-C_D, 0$	$V_S - C_W - C_D,$ $V_S - C_W - C'_D$	$-C_D,$ $V_S - C_W - C'_D$
	"B" Echec	$V_S - C_D,$ $-C'_D$		$V_S - C_W - C'_D,$ $-C'_D$	$-C'_D,$ $-C_D$

1. "B" fore

2. "B" ne fore pas à la 1^{re} période

(*) Stiglitz 1975, p.89

Le foreur A a un meilleur niveau d'utilité si B fore le premier, ensuite A sera incité à le faire et inversement pour B. Si B ne fore pas, A sera mieux de forer ou de ne pas forer dépendamment du coût d'attente et du changement dans les coûts de forage. Si le coût d'attente n'est pas vraiment grand, A sera mieux d'attendre, si B ne fore pas, et B sera mieux d'attendre si A ne fore pas. Il y aurait de ce fait un "équilibre" avec aucun forage exploratoire à la première période. Malgré cela, le forage de la part d'une firme serait socialement profitable.

Pour Gilbert (1981), le problème de distortion dans la cédule de production d'exploration est toujours relié à la question du niveau d'exclusion de l'information.

Dans son modèle, Gilbert pose que nous avons deux (2) gisements qui devraient être explorés. La dimension du dépôt, s'il existe, est petite et les coûts d'extraction sont négligeables.

L'effet d'exclusion de l'information est d'augmenter le coût de l'exploration relativement à une stratégie optimale qui utilise l'information qui se dégage de l'exploration du premier gisement.

Il en conclut que l'exclusion de l'information retarde l'exploration en augmentant les coûts, seulement si l'information n'a pas de valeur spéculative.

Lorsque l'information est publique, le résultat est relativement similaire, mais pour des raisons différentes.

Toujours selon Gilbert (1981), la possibilité d'acquérir une information utile, sans frais, réduit le coût anticipé de l'attente.

Dans le cas de non-exclusion de l'information, les incitations pour remettre l'exploration excèdent les incitations à remettre l'exploration lorsque l'information est privée.

La conclusion majeure de Gilbert, au niveau des distortions dans la cédule d'exploration est que l'information publique est moins bonne socialement que l'information exclusive. Toutefois, il pondère ses propos en ajoutant que l'information publique peut servir à éliminer les investissements superflus en exploration.

c) Distortion dans le processus d'exploration

Les externalités d'information vont influencer le choix du gisement qui sera exploré. Ce phénomène est relié au biais dans la cédule d'exploration. La distortion, au niveau du processus d'exploration s'explique par le fait que les coûts de l'exploration et de l'extraction ne sont pas égaux à leur coût social pour différentes locations.

Par exemple, la remise de l'exploration peut impliquer que les coûts d'exploration de certains gisements sont plus dispendieux que d'autres. Cet effet sur la cédule d'exploration peut ainsi modifier le processus exploratoire.

Gilbert (1981) fait également la distinction au niveau de l'exclusion de l'information.

Si par exemple, l'information est publique, elle peut avoir pour effet de déplacer certaines régions de forage, là où d'autres firmes font de l'exploration.(21) En d'autres termes, lorsque l'information indique une grande possibilité de succès dans une certaine région, il est fort possible qu'une bonne partie de l'activité d'exploration se déplace vers la région en question.

L'exclusion de l'information a pour effet d'augmenter les coûts de production et ainsi biaise l'exploration à l'égard de cette région.(22)

Cependant, lorsque l'information peut être gardée secrète, il existe une possibilité de gains privés dus au processus de spéculation. Puisque la valeur de l'information spéculative dépend de la rareté, Gilbert démontre qu'il y aura possiblement une course à l'exploration dans les régions où l'information peut être gardée secrète. Les régions où le niveau d'exclusion de l'information est élevé peuvent être explorées trop rapidement et de façon trop intensive, toujours selon Gilbert (1981).

Stiglitz (1975) développe un modèle qui tient compte de la distance qui sépare deux gisements; toujours en tenant compte des probabilités de succès ou d'échecs sur les puits voisins. Il en arrive à déterminer une distance d'équilibre (d^*). À cette distance d'équilibre (d^*) le revenu anticipé, lorsqu'on attend, est égal au revenu anticipé de forer dans l'immédiat.

(21)(22) Gilbert 1981, pp 197, 198

Suite à cette démonstration, Stiglitz suggère un système pour contrôler l'effet de l'externalité lorsque la distance qui sépare les puits exploratoires est inférieure à la distance d'équilibre. Les puits qui seraient loin des autres seraient considérés comme des pionniers et recevraient un subside. Ceux qui seraient établis après, et trop près des puits pionniers, seraient taxés.

2.5.2) Valeur spéculative de l'information

Comme nous l'avons vu antérieurement, la production d'information aura une valeur spéculative très grande. Cette valeur peut être utilisée dans le processus d'enchère des locations, dans le but de spéculer sur la valeur des terres. Ce problème, comme le démontre Gilbert (1981, p.202) va avoir tendance à favoriser une exploration trop rapide et excessive.

L'information n'étant que partiellement disponible aux autres firmes potentielles d'exploration pétrolière et gazière, le problème de l'asymétrie de l'information aura son importance. Comme le démontrent Leitzinger et Stiglitz (1983), l'information additionnelle distribuée inégalement aux enchérisseurs prospectifs, aura pour effet de réduire les paiements aux locateurs. Ces paiements dépendent évidemment du niveau de concurrence. L'asymétrie d'information réduit cette concurrence.*

* Pour de plus amples informations sur le sujet, voir le texte de W.J.Mead, P.E. Sorensen et A. Moserdjord "Competitive Bidding Under Asymmetric Information", 1982.

D'un autre côté, l'ajout d'information généralement distribuée aura pour effet de favoriser les locataires car la valeur des bonus d'enchère est fonction du niveau de concurrence. Plus la concurrence est vive, plus le locateur en profite.

Cette conclusion est accentuée par le fait que le gouvernement utilise aussi l'information. Son action consiste à établir des prix de réservation qui seront utilisés dans l'évaluation des offres d'enchères. Le gouvernement entre donc sur le marché comme un enchérisseur possédant de l'information.(23) L'enchérisseur privé ne peut donc plus acquérir les gisements à prix de rabais.

2.6)Sommaire

Le marché de l'allocation des activités d'exploration est un marché où prévalent d'importantes distortions. Ce marché ne donnerait pas les signaux nécessaires à l'exploration optimale des ressources.

Les raisons majeures occasionnant ces distortions sont premièrement l'effet de débordement de l'information et deuxièmement l'effet de la valeur spéculative que possède l'information.

(23) Leitzinger et Stiglitz, 1983, p. 7

L'effet de débordement de l'information est toutefois fonction du niveau d'exclusion de celle-ci. Ces effets ont été dégagés face à deux situations diamétralement opposées: exclusion ou non-exclusion totale de l'information.

Toutefois, d'une façon générale, nous pouvons dire que l'effet majeur de l'externalité de débordement de l'information serait de mener à un niveau sous-optimal d'exploration, incitant les agents à attendre l'information qui sera produite par les voisins.

D'un autre côté, l'externalité de valeur spéculative de l'information, aura pour effet majeur d'encourager, d'une façon excessive et trop rapide, l'activité d'exploration des ressources, tel le pétrole et le gaz naturel.

Cependant, comme l'ont mentionné la très grande majorité des auteurs, l'étude des externalités d'information dans l'exploration des ressources naturelles, manque de conclusions empiriques. Celles-ci permettront d'améliorer éventuellement les politiques de gestion des terres, dans le but d'atteindre un niveau optimal d'allocation des ressources d'exploration.

La section trois (3) "L'évaluation quantitative des Externalités d'information" nous permettra de faire un tour d'horizon des différentes études appliquées qui ont traité de cette question.

3) L'EVALUATION QUANTITATIVE DES EXTERNALITES D'INFORMATION

3.1) Introduction

La revue des modèles théoriques nous aura permis de statuer sur les effets possibles des externalités d'information sur le marché de l'exploration d'hydrocarbure.

Cependant, qu'en est-il dans les faits? Pour répondre à cette question, nous devons revenir à la base et nous poser la question suivante: les externalités d'information sont-elles présentes et affectent-elles le marché de l'exploration?

Trop peu d'auteurs se sont penchés sur cette question, au niveau empirique. A notre connaissance, il n'existe que deux études qui ont tenté d'évaluer empiriquement les externalités d'information.

Ces études ont toutefois été effectuées dans des contextes bien précis, quant à la nature et à la présentation des résultats qu'ils ont obtenus.

Dans cette section, nous présenterons ces modèles d'évaluation. Nous porterons une attention particulière à la méthodologie qui fut privilégiée et aux résultats obtenus. Nous présenterons premièrement le modèle et les résultats de Leitzinger et Stiglitz (1983) pour ensuite présenter et analyser le modèle de Peterson (1975).

Le modèle de Leitzinger et Stiglitz nous semble le plus important. Cependant la comparaison de ce modèle avec celui de Peterson nous mènera à des conclusions très intéressantes en ce qui a trait à une éventuelle amélioration du modèle d'évaluation.

Toutefois, avant de débiter cette présentation, il nous semble essentiel de rappeler pourquoi l'évaluation empirique des externalités peut être importante en science économique.

3.2) Pourquoi évaluer les externalités?

Une externalité est, par définition, un produit qui ne passe pas par les mécanismes normaux du marché, elle n'a, par conséquent, pas de prix. La pollution, qui constitue généralement l'exemple type d'une externalité, est involontaire. Cependant, une externalité n'est pas nécessairement un mal. L'information, dans notre cas, est, comme nous l'avons vu précédemment, un bien ou une production, qui est inévitablement associé au résultat de l'exploration pétrolière.

Selon Martin (1983), les externalités requièrent deux types de traitement ou de correction par les économistes:

1 - elles doivent être évaluées afin de corriger la valeur nominale d'un projet impliquant des externalités;

2 - elles peuvent être évaluées dans le but de déterminer comment le gouvernement peut intervenir à leur sujet. Elles doivent être mesurées si on envisage précisément un projet (ou une politique) qui aurait pour but principal soit de les éliminer, soit de les diminuer.

Cette position, quoiqu'exprimée dans un contexte d'évaluation de projets publics, explique assez bien les raisons majeures qui font que l'évaluation quantitative des externalités est importante.

Nous nous permettrons cependant d'ajouter qu'une externalité peut affecter l'aspect redistributif d'un projet. Par exemple, dans le cas de l'exploration pétrolière, la présence d'externalités de débordement de l'information a pour effet, dans le système actuel, de ne pas récompenser équitablement le producteur. Pour la société, le mal provient de ce que cette récompense inéquitable a pour résultat de générer un niveau sous-optimal d'exploration. Inversement, si aucun transfert d'information n'était possible, la société n'en serait pas mieux, car le sur-investissement en exploration qui en résulterait ne serait pas, lui non plus optimal.

La mesure quantitative des externalités permettra de savoir s'il vaut la peine d'intervenir. Nous obtiendrons également des indications concernant la méthode optimale d'intervention si nécessaire.

Dans notre cas, il y a plus d'une externalité en cause. Ces dernières ont même des effets sur le niveau d'exploration qui vont dans des directions diamétralement opposées.

La mesure empirique des externalités pourra ainsi nous révéler si les effets externes s'annulent entre eux, ou si, au contraire, une externalité particulière a un effet dominant. De plus, l'évaluation de l'ampleur des effets externes nous permettra de savoir si l'intervention gouvernementale est nécessaire.

L'évaluation empirique d'une externalité n'est toutefois pas chose facile à réaliser. Une externalité étant un phénomène qui ne passe pas par les mécanismes du marché, la valeur ou le prix reste donc à déterminer.

Les auteurs que nous présenterons se sont proposé justement de relever ce défi. Nous exposerons également notre méthode au chapitre II de ce texte. L'évaluation d'une externalité, même si elle est difficile à réaliser, n'en demeure pas moins réalisable et utile aux gestionnaires.

3.3) Le modèle de Leitzinger et Stiglitz

3.3.1) Présentation

En 1983, Leitzinger et Stiglitz ont réalisé pour les États-Unis une étude sur les externalités d'information dans l'exploration des hydrocarbures. Pour l'application quantitative, cette étude examinait en détail le cas de l'Outer Continental Shelf (O.C.S.), plus précisément dans le Golfe de Mexico, face au Texas.

Nous savons qu'aux États-Unis, la juridiction pour le pétrole et le gaz naturel "offshore" est partagée entre l'état et le fédéral. En d'autres termes, le Texas a juridiction pour les gisements pétroliers d'une certaine distance en partant de la côte, jusqu'à une frontière donnée. De l'autre côté de cette frontière, le gouvernement fédéral américain est responsable de l'allocation des gisements d'hydrocarbure ainsi que de la gestion des programmes d'exploration. Cette division des juridictions a cependant donné lieu à un litige. Le Texas et le gouvernement fédéral sont présentement en conflit à ce sujet. La cour fédérale américaine tente de déterminer si un des propriétaires, dans notre cas le gouvernement fédéral américain, n'aurait pas profité des externalités générées par l'état du Texas. Ce problème implique la location des baux du gouvernement fédéral et du Texas le long d'une frontière commune.

Ceci correspond au problème théorique où nous retrouvons différents propriétaires, transmettant des locations pour l'exploration sur des gisements adjacents.

Leitzinger et Stiglitz ont par la suite examiné les externalités d'information pour un seul locateur. L'objectif est de savoir si, pour une région gérée et administrée par un seul gouvernement, on pourrait également retrouver des externalités d'information.

Nous examinerons les méthodes d'évaluation utilisées pour les deux types de problèmes.

a) Deux locateurs

La frontière maritime qui sépare le territoire du Texas de celui du fédéral démarque deux larges régions adjacentes (plus de 700,000 acres chacune).(24)

Leitzinger et Stiglitz déterminent que si des flux d'information créent des effets externes, ceux-ci affecteront les paiements de location de ces gisements. Les paiements de location étant généralement composés d'un bonus d'enchères et d'une royauté fixée Ad Valorem, les variations dans les bonus pourront être considérées.

La nature du conflit qui oppose le Texas et le gouvernement fédéral provient du fait que le Texas a mis sur pied tout un programme visant à favoriser le développement de l'activité d'exploration pétrolière et gazière sur son territoire. Cependant, le fédéral aurait profité de ce programme de développement, sans qu'il n'ait rien à déboursier.

(24) Leitzinger et Stiglitz, p.13

Une des conséquences du programme généré par le Texas est que les gisements "offshores" de l'état, près de la frontière fédérale ont été rapidement développés. Cette situation a procuré de l'information sur la qualité, le niveau, les coûts et les processus d'exploitation, pour les gisements se situant du côté fédéral de la frontière. Le gouvernement fédéral a donc pu établir un programme de prix de réservation pour ses gisements lors des enchères. Ce prix de réservation consiste à fixer une valeur en-dessous de laquelle aucune enchère n'est acceptée (voir section 2.2.3 de ce texte).

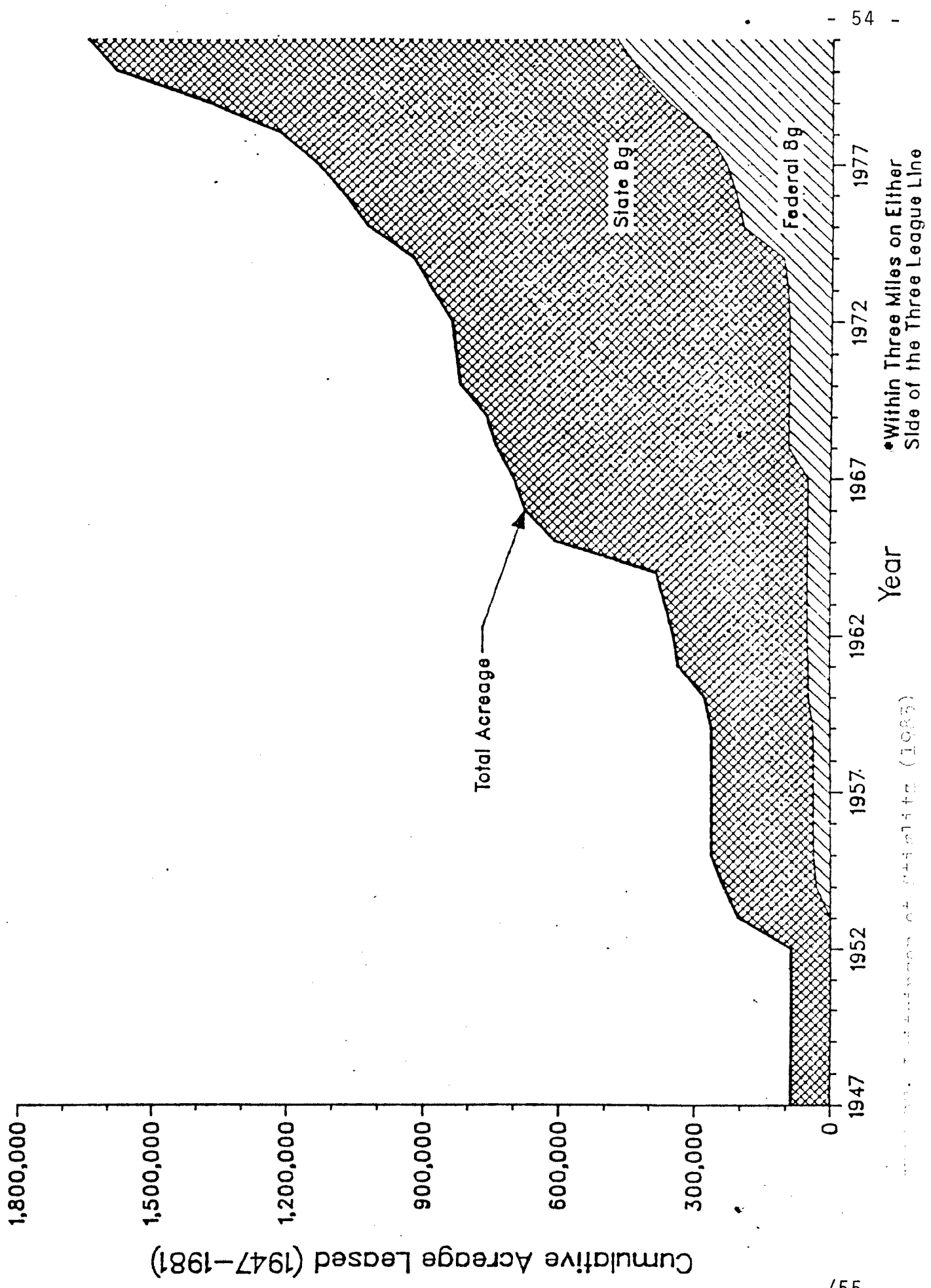
Le processus de développement des gisements Texans fut le suivant. En 1965, l'état a distribué des locations (ou relocations) pour 625,000 acres qui touchaient la frontière de 3 milles. En 1975, le total passait à 1.3 million d'acres. En 1981, 2.3 millions d'acres avaient été loués (chaque surface étant louée 3 fois en moyenne).

Pour le gouvernement fédéral le processus de développement était très différent puisqu'il offrait moins d'acres à l'enchère, et refusait fréquemment celles qu'il ne jugeait pas intéressantes par rapport à ses prix de réservation (il pouvait s'agir de fortes enchères). Ainsi en 1981, moins de 500,000 acres touchant à la frontière avaient été louées. Seulement la moitié avaient été louées après 1978. On note très peu de relocation du côté fédéral de la frontière.

La figure 2 qui suit illustre très bien la différence dans le processus de location des terres entre le fédéral et l'état Texan.

FIGURE 2: Processus de location près de la frontière Etat/fédéral.

THE PATTERN OF LEASING NEAR THE STATE/FEDERAL BOUNDARY*



*Within Three Miles on Either Side of the Three League Line

Source: Bureau of Land Management (1985)

Selon les auteurs, ces résultats nous indiquent clairement que l'ampleur du développement antérieur par l'état et la production conséquente d'informations ont eu un impact important sur la valeur des locations de l'état comparativement à celles du gouvernement fédéral. Ceateris Paribus, cet impact devrait être révélé par une comparaison par acre des bonus d'enchère de l'état par rapport à ceux du fédéral.(25)

Des résultats obtenus par Leitzinger et Stiglitz, nous avons dressé le tableau suivant:

TABLEAU 2

Bonus d'enchères par acre loué:Comparaison frontière Texas - Fédérale, 1954-1981

	Total acres loués	Total bonus reçus	Bonus moyen par acre de location
TEXAS	2 millions	196 millions	86\$
FEDERAL	500,000	1.1 milliard	2,400\$

On reconnaît cependant qu'une partie de la différence sera due à des facteurs autres que l'information. Le fait que les gisements du Texas aient été loués plus tôt constitue un de ces facteurs. Les enrichisseurs à l'époque pouvaient avoir des

(25) Leitzinger et Stiglitz (1983), p.15-16

anticipations sur les prix du pétrole et du gaz naturel qui auraient pu être très différentes de celles des locataires du côté fédéral de la frontière.

Toutefois Leitzinger et Stiglitz concluent que la différence dans le temps de location et dans les anticipations n'apparaît pas suffisante pour expliquer un différentiel de paiement de l'ordre de 20 pour 1.

Ce différentiel de paiement pourrait peut-être s'expliquer par les taux de royauté exigés. Celui exigé par le Texas était de 4% plus élevé que celui du fédéral. Ainsi, des taux de royauté plus élevés peuvent réduire les bonus d'enchère.

Cependant ce facteur ne semblerait pas suffisant pour expliquer l'ordre de grandeur de la différence de bonus obtenu. Une étude réalisée dans le cadre du procès par le département de l'Intérieur a suggéré que le fait de doubler le taux de royauté de 16.6% à 33% réduira les bonus d'enchère de seulement 25%. (26)

De toute façon le fédéral, en louant plus tard, a pu utiliser l'information dégagée des résultats de l'exploration du côté Texan de la frontière pour établir des prix de réservation. Ainsi, le fédéral a pu examiner et évaluer chaque gisement antérieurement à l'acceptation des enchères. Il n'a alors accepté que ceux qu'il jugeait suffisants, contrairement au gouvernement du Texas.

(26) Leitzinger et Stiglitz (1983), p.17, en référence d'un texte retranscrit dans le cadre de: State of Texas V. James G. Watt, et Al. Supra.

Toutefois, les résultats obtenus par la méthode de comparaison des paiements de bonus d'enchère par acre de location pour le fédéral et l'état, restent difficiles à interpréter.

Une seconde méthode est ensuite envisagée par les auteurs. Cette méthode consiste à comparer la moyenne des bonus d'enchère par acre pour les gisements fédéraux près de la frontière du Texas et ceux qui sont loin de cette frontière.

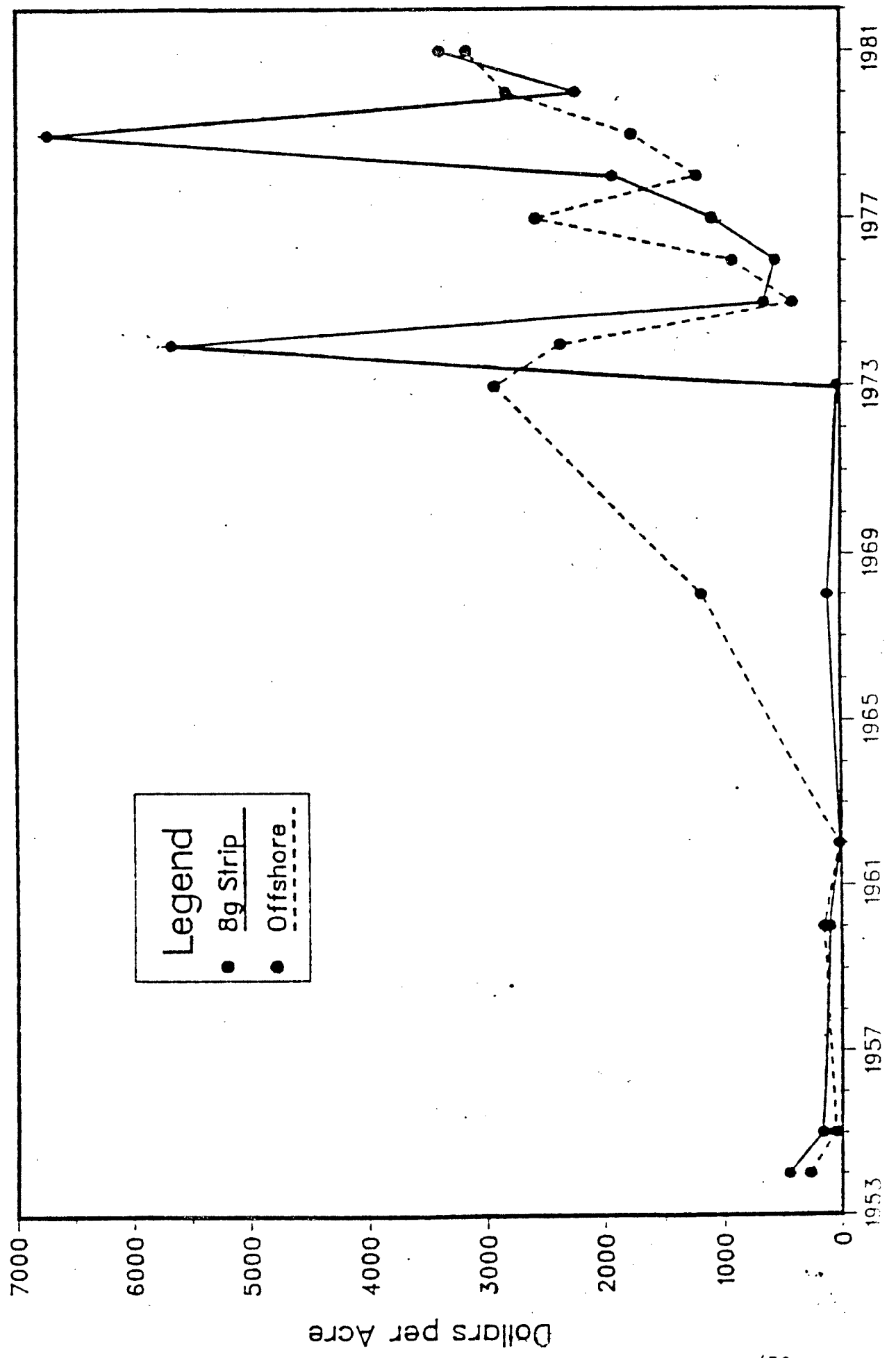
Cette comparaison élimine les problèmes associés à la similitude de deux systèmes de locations différents.

La figure 3 de la page suivante indique les résultats qui ont été obtenus par cette méthode. Celle-ci suggère que plus de la moitié du 1.1 milliard de bonus payé au gouvernement fédéral était dû à l'effet d'informations. La comparaison (1978-1981) par acre de bonus obtenu par cette méthode révèle donc un facteur de 2 pour 1 beaucoup plus significatif que celui précédemment obtenu par la comparaison fédéral/état qui était de 20 pour 1.

L'hypothèse formulée au départ était la suivante. L'information due au forage antérieur avait un impact positif et significatif sur la valeur des locations. Ainsi, les bonus les plus bas devaient être observés pour les locations de l'état, tandis que les bonus les plus élevés devaient appartenir aux locations fédérales près de la frontière. Les locations fédérales plus éloignées devaient se situer entre les deux.

PER ACRE CASH BONUSES IN FEDERAL LEASES OFFSHORE AND IN LEASES NEAR THE STATE BOUNDARY

FIGURE 2: Bonus d'enchere par acre, une comparaison de gisements à proximité d'une frontière.



b) Un seul locateur

Dans le cas d'un seul locateur, la question que l'on se pose est la suivante: Est-ce que l'information mènera à une augmentation des paiements par unité de ressources découvertes? Selon Leitzinger et Stiglitz (p.20), l'information devrait mener à des paiements par unité plus élevés, mais aussi à des paiements totaux plus élevés.

L'information devrait ainsi nous mener à une valeur plus élevée pour tout volume de ressources. Lorsque l'information devient publique, on devrait retrouver alors des paiements de location par unité de ressources plus élevés.

Comme le reconnaissent les auteurs, il existe un problème avec la comparaison des paiements par unité de ressource. La théorie indique que l'information devrait mener à des paiements plus élevés par unité que, si pour la même région, il n'y avait pas d'information. Toutefois, la théorie n'implique pas que les paiements par unité seront plus élevés dans une région où l'information est présente, que dans une autre où l'information ne l'est pas. (Leitzinger et Stiglitz, 1983, p.20-21)

Pour obtenir une bonne estimation des paiements par unité, Leitzinger et Stiglitz ont comparé les paiements de bonus d'enchère pour les puits "drainage" (suiveurs) et les puits "wildcats" (pionniers) distribués antérieurement à 1971. Ces gisements se retrouvent du côté fédéral de la frontière. Le gouvernement fédéral américain tient des données par type de risque pour les puits d'exploration. De cette façon, un puits

"wildcats" (pour nous, pionnier) sera un puits risqué, car il constituera le premier forage dans une région inconnue. Ainsi, le pionnier est celui qui donne l'information. Le "drainage" est par définition un puits qui aura profité de l'information dégagée pour le pionnier, pour s'établir dans la même région. Nous nommerons ce type de puits: suiveurs.

La comparaison des bonus d'enchère par valeur nominale de production, pour les gisements suiveurs et les gisements pionniers. est rapportée dans le tableau 3 ci-dessous:

TABLEAU 3*
Bonus d'enchère/Valeur de production
1954-1970

	Toute location	Location productive
Pionniers	0,103\$	0,063\$
Suiveurs	0,117\$	0,103\$

Lorsque l'on examine les gisements productifs, on s'aperçoit que les gisements suiveurs ont reçu en moyenne près de 70% de plus par dollar de valeur de production, comparativement aux locations pionnières.

*Tiré de Leitzinger et Stiglitz (1983), p.22

Comme nous l'avons mentionné antérieurement, l'effet de débordement de l'information accélère la cédule de production pour celui qui profite de cette information. Ainsi, comme Mead l'a rapporté dans son étude de 1980, la production débute habituellement deux années plus tôt sur les locations "drainage" que sur les locations "wildcats". Leitzinger et Stiglitz considèrent alors que la valeur présente de chaque dollar nominal de production sera plus élevée dans les locations des suiveurs. On doit tenir compte de ce facteur car en utilisant un taux d'escompte réel de 12%, Mead (1980) conclut que l'accélération dans la production peut augmenter la valeur présente de production de 20%.

Une critique que l'on peut formuler a trait à une comparaison des paiements de bonus/acres est que l'information peut également affecter le niveau d'acres loués. De cette façon, une information supplémentaire fera en sorte d'opérer une nouvelle allocation vers les gisements productifs.

Toutefois, ce qui nous permet d'utiliser la comparaison des paiements de bonus par acre est que l'effet de l'information sur les anticipations des enchérisseurs s'opère de la façon suivante. Une découverte sur un gisement peut augmenter l'intérêt pour le gisement adjacent. Toutefois, un échec sur un terrain ne peut éliminer complètement l'intérêt du terrain voisin, à cause de la structure même des dépôts d'hydrocarbure. Cette distinction est importante et sera analysée plus loin.

3.3.2) Analyse du cas d'un seul locateur

Leitzinger et Stiglitz s'attaquent de fait, à deux (2) problèmes différents. Premièrement, ils étudient les externalités d'information dans le cas de deux (2) locateurs et ensuite celui où il n'y a qu'un seul locateur.

Le problème associé à la présence de deux locateurs apparaît important. Cependant, les problèmes relatifs à la situation où il n'y a qu'un seul locateur, sont plus susceptibles de se présenter et méritent une attention particulière, car ils sont à la source des transferts d'information. Dans le cadre de notre mémoire, nous étudierons ce cas en particulier.

Pour toutes ces raisons, nous nous limiterons à l'analyse détaillée du second cas étudié par Letizinger et Stiglitz, soit celui où ne prévaut qu'un seul locateur.

L'analyse que nous nous proposons de faire cherche à répondre à plusieurs interrogations qui se posent à ce niveau. Premièrement, est-ce bien une externalité d'information que l'on évalue dans le cadre d'un modèle comme celui utilisé par Leitzinger et Stiglitz? Quels sont les phénomènes susceptibles d'être captés par la comparaison des paiements de bonus d'enchère? Que signifie précisément les chiffres obtenus par cette comparaison lorsqu'on les examine attentivement? Toutes ces questions requièrent une analyse attentive et des réponses claires.

L'analyse que nous proposent les auteurs et qui consiste à faire la comparaison des bonus d'enchère par rapport à la valeur de production pour les foreurs pionniers et les suiveurs, est en fait une mesure **Ex post** d'un phénomène.

Cependant, il est clair que l'information a des effets qui jouent **Ex Ante**. En d'autres termes, les effets d'informations affectent les anticipations des agents.

Le bonus d'enchère étant par définition la représentation des anticipations des locataires potentiels sur la valeur d'un gisement, rien ne nous garantit que ce bonus reflète bien la valeur réelle d'une certaine location. L'information par le fait même peut être bonne ou mauvaise. Si nous disons qu'une bonne information nous renseigne sur la valeur réelle d'une location et qu'une mauvaise information nous induit en erreur, alors il faudra que celui qui reçoit cette information (le suiveur) puisse être en mesure de déterminer la qualité de l'information qu'il reçoit à savoir, s'il s'agit de bonnes ou de mauvaises informations.

Cet aspect est important car il signifie que si une bonne information nous indique qu'il n'y a pas de pétrole sur le terrain qui nous intéresse, alors la valeur de ce terrain devrait diminuer et l'observation **Ex post** devrait être que le bonus observé devrait aussi diminuer. Toutefois, dans les faits, le bonus que l'on devrait observer est zéro; ce qui correspond, en réalité, au fait que personne n'a participé à l'enchère, le bonus observé étant le résultat de l'enchère victorieuse. Dans ce cas, l'analyse que nous révèle Leitzinger et Stiglitz devrait sous-estimer la valeur de cette bonne information, les bonus-zéro ne pouvant être observés. Cette information a néanmoins une valeur, car elle aura permis à son détenteur de ne pas réaliser un investissement qui se serait soldé par un échec.

À l'inverse toutefois, une mauvaise information additionnelle qui aurait pour effet de briser une anticipation qui était bonne au départ, pourra faire en sorte que l'enchère zéro se réalise là où, en fait, il y a du pétrole. Ce phénomène ne pourra être capté par la comparaison des bonus d'enchère pour les mêmes raisons que celles évoquées précédemment.

Cependant, comme le spécifient les auteurs, l'objectif de la comparaison entre les suiveurs et les pionniers "... is to capture differences in bidders' prior information".(27)

Si on se rappelle les résultats obtenus par cette comparaison (voir tableau 2), pour tous les gisements, les locations pionnières et les locations "suiveurs" ont reçu à peu près les mêmes bonus d'enchère. La différence ne résidait que dans la comparaison des gisements productifs où les locations "suiveurs" recevaient à peu près 70% de plus par valeur de production par rapport aux pionniers. Ainsi, cette comparaison fait penser à la représentation de deux cas extrêmes, car il y a une large portion des gisements pionniers qui ne sont pas productifs. Comme on peut le voir dans ce tableau, le fait que vous receviez plus de bonus d'enchère par valeur de production dépend, en bonne partie, de la manière dont cette information affecte la fréquence et la nature des bonus pour les locations "suiveurs", lorsque cette information provient des locations pionnières non-productives.

(27) Leitzinger et Stiglitz (1983), p.22

"At one extreme, if information resulting from prior activity, eliminates bids for all non-producing tracts on the second round, going second is equivalent to trading wildcat leases for (fewer, more productive) drainage leases with little net effect on cash bonus per production dollar. At the other extreme, if prior dry holes do not condemn adjacent tracts, lessors receive bids on non-producing wildcats whether they go first or second; however, by going second, the lessor receives the producing drainage tract payment rather than the producing wildcat payment for producing tracts. In that case, overall per unit payments will be higher with the information".(28)

Si on fait l'hypothèse que les locataires sont indifférents à attendre, soit que le gain anticipé d'aller deuxième soit plus élevé que le coût d'attente, alors le fait d'être le suiveur sera préféré à celui d'être le pionnier, même en considérant la différence de bonus. Les économies qui seront effectuées au niveau des autres sources de coûts (coût de développement et d'exploitation) ainsi que les économies de temps qui seront réalisées, viendront largement compenser le coût d'attente. L'information générée par les pionniers mène à des paiements qui sont plus élevés pour les suiveurs.

Le 70% de différentiel dans les paiements de bonus d'enchère reflète également, selon les auteurs, l'avantage de louer le deuxième dans le cas où il y aurait deux locataires. Dans le cas qui nous intéresse, c'est-à-dire celui d'un seul locateur, ce 70% reflèterait le gain pour ce locateur. Il s'agit du gain

(28) Leitzinger et Stiglitz (1983), p.23

obtenu par le fait qu'un locataire pionnier ait effectué l'exploration sur une de ses locations. Cependant, c'est le pionnier qui produit l'information qui a pour résultat de faire augmenter la valeur des terrains adjacents. Ce n'est donc pas lui qui bénéficie de l'information qu'il produit.

Toutefois, l'analyse présentée plus haut néglige un facteur primordial. Le locataire suiveur profitera également de l'information produite par le locataire pionnier en ce sens que l'information accélère sa cédule d'exploration et qu'elle diminue ses coûts. Si on se rappelle les résultats de Mead (1980) on se souvient que ce dernier a rapporté que la production débute habituellement deux années plus vite sur les locations louées par les suiveurs, par rapport à celles louées par les pionniers. Ainsi avec un taux d'escompte réel de 12%, Mead concluait que l'accélération dans la production peut augmenter la valeur présente de 20%. De cette façon, le paiement par unité de production dans le cas d'un suiveur devrait être augmenté d'un 20% supplémentaire.

3.4) Modèle de Peterson

Peterson (1975) apporte un éclairage particulier dans le cas d'une méthode d'estimation des externalités d'information. Ce dernier examine particulièrement le cas de la North Slope en Alaska. Comme nous l'indique le tableau 3, la valeur des terres a augmenté après 1968 lorsque l'Atlantic Richfield Company (ARCO) a fait une énorme découverte à Prudhoe Bay. ARCO, à ce moment, participait pour l'équivalent de la moitié des locations (baux) en 1968. Le tableau suivant nous donne les résultats de la vente des baux pour la North Slope.

TABLEAU 4*

Résultats de la vente des baux pour la North Slope en Alaska

<u>Date de vente</u>	<u>Acres louées</u>	<u>\$/Acre</u>	<u>Bonus payés</u>
Déc. 9, 1964	466,180	9	4,376,523
Juil.15, 1965	403,000	15	6,145,473
Jan. 24, 1967	37,662	39	1,469,645
Sept.10, 1969	412,548	2182	900,218,592

Pour Peterson (1975), les résultats présentés au tableau 4 nous suggèrent que l'augmentation **Ex post** de la valeur des propriétés ne représente pas la valeur absolue de l'externalité d'information qui a été produite par ARCO. L'argumentation de Peterson repose sur le fait que l'Atlantic Richfield Cie n'a pas créé le pétrole qui existait sur les terrains adjacents. Il n'a fait, toujours selon Peterson, que fournir de l'information gratuite sur ce pétrole. Il faut cependant ajouter que tout le monde, depuis 1940, savait qu'il y avait du pétrole dans la région de la North Slope. C'est quand même ARCO qui aura localisé ce pétrole en 1968, et qui aura démontré qu'il y en avait suffisamment pour justifier une exploitation économique et commerciale.

Pour ces raisons, Peterson, plutôt que d'essayer d'assigner une valeur absolue en dollars à l'externalité produite par ARCO, tentera d'estimer la fraction des bénéfices de forage qui auraient débordé.

*Tableau 4, tiré de Peterson (1975), p.102

Pour Peterson, la part des bénéfices reçus par ARCO par rapport au total des bénéfices d'exploration devrait correspondre à la part des locations qu'il détenait dans le total des locations disponibles.

Toutefois, ce dernier ne va pas beaucoup plus loin et il conclut au fait qu'il y a raison de croire que ARCO a obtenu plus que sa part des bénéfices. (Peterson, 1975, p.102). Ce dernier explique sa position. L'information générée par ARCO lui est plus révélatrice qu'elle ne peut l'être aux compétiteurs. Deuxièmement, ARCO a gagné en réussissant à dissimuler de l'information qu'elle peut vendre ou utiliser dans ses propres enchères pour des droits de location, ce qui est toujours possible car l'information n'est pas entièrement non-exclusive.

La méthode utilisée par Peterson est beaucoup moins révélatrice, en ce qui a trait à l'évaluation quantitative des externalités d'information que celle employée par Leitzinger et Stiglitz. Cependant, elle nous éclaire sur certains phénomènes.

En premier lieu, il est vrai dans le cas d'un seul locateur, que les renseignements obtenus par le pionnier lui sont plus utiles à lui qu'aux locataires des propriétés adjacentes et qu'en deuxième lieu, l'information que le pionnier obtient peut être beaucoup mieux utilisée par lui que par ses concurrents. En d'autres termes, il est beaucoup plus en mesure de statuer sur la qualité de son information. Selon un spécialiste de SOQUIP, l'interprétation de l'information peut quelques fois porter à confusion.

Des exemples d'erreurs d'interprétation de l'information nous ont été fournis.

Toutefois, la localisation du pétrole aura eu pour effet de faire augmenter la valeur des terrains adjacents et ce n'est pas ARCO qui aura profité de cette augmentation. Même si ce n'est pas ARCO qui a créé le pétrole, c'est cette compagnie qui aura permis d'en faire une ressource économiquement exploitable, et cela aura pris vingt-huit (28) ans (1940-1968).

Comment expliquer autrement le différentiel de valeur des locations qui sont passées de 39\$/acre en 1967 à 2,182\$/acre en 1969? On reconnaît que les baux prenaient de la valeur avec le temps; au fur et à mesure que l'information, possiblement négative, arrivait. Toutefois, cette augmentation de valeur de plus de 55 fois la mise de 1967 ne fait, à notre sens, que représenter la valeur d'avoir localisé le pétrole. Les valeurs des années précédentes à 1968, représentaient la valeur des baux en sachant qu'il y avait du pétrole, mais sans savoir exactement où celui-ci se trouvait. En ce sens, le différentiel de valeur dans les baux représente un bon indicateur de la valeur de l'externalité de l'information. S'il n'y avait pas d'externalité d'information, les baux n'auraient pas augmenté en valeur, car seule la compagnie ARCO aurait su qu'il y avait des possibilités de découverte de pétrole sur les terres adjacentes. Ainsi, voulant minimiser ses coûts, elle aurait misé un montant reflétant les valeurs historiques des terres dans les années précédentes.

Un autre argument renforce, à notre sens, l'utilisation de ce différentiel comme indicateur de la valeur de l'externalité d'information. Le résultat de l'enchère que nous observons est postérieur à la diffusion de l'information. Toutefois, le résultat observé de l'enchère ne garantit pas encore qu'il y a effectivement du pétrole sur les terres adjacentes. En d'autres termes, on ne sait pas encore s'il y a effectivement du pétrole sur les terres adjacentes, tout ce que l'on sait, c'est que la probabilité d'en découvrir est plus grande. Ceci contredit Peterson lorsqu'il reconnaît que ce n'est pas ARCO qui a créé le pétrole qui peut exister sur les terres adjacentes et que pour cette raison, la valeur des bonus payés n'est pas un bon indicateur de la valeur des externalités. Ceci s'explique tout simplement par le fait qu'on ne sait pas de façon sûre et certaine s'il y a du pétrole sur ces terres. Tout ce que l'on sait, c'est qu'il y a une meilleure probabilité de découverte. La valeur de cette variation de probabilité étant occasionnée par l'externalité d'information. Si l'information n'avait pas "débordé", les concurrents n'auraient pas fait augmenter leur probabilité de découverte sur les terres adjacentes à celles d'ARCO.

Pour cette raison, nous disons que Peterson fait fausse route lorsqu'il détermine que la part des bénéfices reçus en comparaison de la part des terres explorées est un meilleur estimateur des effets externes. Pour nous, la part des bénéfices reçus ne fait que déterminer que le puits découvert est bon ou mauvais ainsi que la quantité du pétrole qu'il peut en extraire.

3.5) Sommaire

En guise de conclusion à cette section, on peut dégager certains facteurs qui favorisent une approche similaire à celle utilisée par Leitzinger et Stiglitz, cependant, on devra faire attention et pondérer les résultats qui sont obtenus par cette méthode.

Ainsi, la comparaison des bonus d'enchère, tout en étant une mesure **Ex post** du phénomène que l'on cherche à quantifier, demeure le meilleur indicateur de l'ampleur des externalités d'information dans le cas d'un seul locateur.

F.M. Peterson dans son texte de 1975, "Two externalities in Petroleum Exploration", nous aura permis de dégager que cette comparaison ne reflète pas la valeur du pétrole dans les terres adjacentes. Au contraire, les bonus d'enchère reflètent les anticipations sur la probabilité de découverte que les agents ont sur ces terres. Ainsi, seule une modification dans les anticipations pourra faire en sorte de modifier les résultats des enchères sur les baux d'une même région, d'un même champ pétrolier. Cette modification dans les anticipations ne peut s'opérer que par de l'information additionnelle. Cette information additionnelle s'obtient généralement par le fait qu'un explorateur pionnier effectue des travaux sur un terrain adjacent. Comme il le fut démontré dans une section précédente, les résultats de ces travaux ne peuvent être entièrement internalisés par les pionniers. On appelle ce phénomène externalité de débordement de l'information.

Suite à une découverte sur une terre pionnière, l'augmentation de valeur des terres adjacentes reflètera la valeur de cette information qui n'aura pu être internalisée par le firme pionnière.

Il faudra toutefois être prudent et comprendre que des procédures fiscales particulières pourront intervenir. On devra en tenir compte lors de l'utilisation de la comparaison des bonus d'enchère comme moyen d'estimer la valeur des externalités. Par exemple, des déductions spéciales accordées aux explorations pionnières peuvent faire en sorte que l'on sur-estime la valeur accordée aux bonus.

Également, on reconnaît qu'en utilisant une méthode de comparaison de "Bonus payé" tel que réalisé par Leitzinger et Stiglitz, on sous-estime la valeur de l'information produite par le forage de "puits secs".

Toutefois, l'analyse détaillée des travaux de Leitzinger et Stiglitz (1983) et de Peterson (1975), nous mène aux conclusions suivantes.

1) Les externalités d'information sont quantifiables.

2) La méthode de comparaison des bonus d'enchères est une méthode qui donne un très bon indicateur de la valeur de ces externalités.

3) Cette estimation peut se réaliser et apporter de bons résultats si on tient compte des phénomènes d'environnement structurels, telles les royautés et les taxes associées à l'activité d'exploration dans son ensemble.

4) À moins de trouver une méthode de calcul pour estimer la valeur de l'information associée au forage de "puits secs", on sous-estimera la valeur globale de l'externalité d'information.

L'étude des modèles existants nous aura de plus indiqué une certaine orientation dans la poursuite de nos recherches concernant la compréhension du processus des transferts d'information dans l'exploration pétrolière.

Chapitre II

MODÈLE D'ÉVALUATION DES EXTERNALITÉS ET SON APPLICATION

1) INTRODUCTION

Le premier chapitre de ce mémoire nous aura permis de définir les externalités d'information et de dégager les effets de celles-ci dans un contexte théorique. Une des conclusions majeure qui fut dégagée, suite à la revue de la littérature sur le sujet, est que de meilleures connaissances au niveau empirique s'imposent. Nous présenterons dans ce deuxième chapitre notre modèle d'évaluation des externalités d'information dans l'exploration pétrolière. Cette présentation sera suivie de l'application que nous en avons faite ainsi que par l'analyse des résultats que nous avons obtenus.

Pour terminer ce chapitre, nous effectuerons un bref retour sur les principaux modèles théoriques afin de voir en quoi nos résultats modifient ou confirment les attentes de ces modèles. Par la suite nous ouvrirons la discussion sur des questions intéressantes pour de futures recherches.

Ainsi donc ce deuxième chapitre a pour objet de répondre à deux questions précises. Premièrement est-ce que la présence d'externalités d'information mènera à une augmentation significative des paiements pour l'acquisition des droits d'exploration sur les terrains (ou claims) voisins et si oui, dans quelle proportion?

Cette première question porte sur l'aspect suivant: la présence des externalités d'information. Selon la théorie, la présence de ces externalités devrait se refléter par une augmentation des paiements pour l'acquisition des droits sur les terrains avoisinants.

Deuxièmement, quels sont les facteurs qui déterminent et affectent la proportion par laquelle les paiements pour l'acquisition des droits sont modifiés?

En d'autres termes la théorie nous suggère que la présence d'externalité d'information dans l'exploration pétrolière mènera à des paiements plus élevés pour l'acquisition des droits sur les terres adjacentes. Nous ajoutons à cela que des facteurs "qualitatifs" viennent influencer la valeur de ces externalités d'information.

Dans les sections qui suivent nous présentons nos hypothèses et nous développons un modèle qui permet de les analyser. Nous pourrions alors être en mesure de tirer certaines conclusions quant à la valeur des externalités d'information. Également nous serons en mesure de dégager les facteurs qui déterminent et influencent cette valeur sur des bases empiriques.

2) MÉTHODOLOGIE ET DONNÉES

2.1) Méthodologie

Cette section se subdivise en deux parties; premièrement la méthodologie privilégiée pour l'estimation empirique des externalités sera présentée; deuxièmement suivra la méthodologie relative au modèle des déterminants de la valeur des externalités d'information.

2.1.1.) Vérification empirique de la présence des externalités - 77 -

L'hypothèse majeure que nous formulons ici est que la présence d'externalité d'information mènera à des paiements plus élevés pour l'acquisition des droits d'exploration sur les terrains avoisinants les gisements pionniers, en raison du débordement de l'information.

Pour évaluer cette hypothèse nous utiliserons une méthode similaire à celle employée par Leitzinger et Stiglitz en 1983.

En fonction de la classification qui est réalisée par le gouvernement fédéral américain, nous sommes en mesure d'identifier si un champ d'exploration pétrolier est pionnier ou suiveur ("wildcat" ou "drainage"). Cette classification permet ainsi de dégager qui produit l'information et qui en profite, s'il y a débordement d'information.

Nous pourrions comparer les paiements par unité de location qui sont, dans notre cas, représentés par les bonus d'enchère par unité de location. La comparaison par acre des bonus d'enchère pour les gisements qualifiés pionniers et pour ceux qualifiés suiveurs est réalisable, grâce aux banques de données du gouvernement fédéral américain, qui seront présentées plus loin (section 2.2).

Selon notre hypothèse les bonus d'enchère pour les puits suiveurs devraient être plus élevés que ceux observés pour les gisements pionniers. Le différentiel de bonus d'enchère serait alors expliqué théoriquement par le fait que le pionnier ne peut s'approprier toute l'information qu'il produit. Le suiveur, pour sa part, acquiert cette information, mais ne la paie pas à celui qui la produit, si le pionnier n'est pas propriétaire des terres avoisinantes.

Si le suiveur paie plus, en vertu du fait qu'il possède maintenant l'information, selon les données théoriques, le différentiel de valeur entre les bonus d'enchère des suiveurs et des pionniers représente un indicateur de la valeur de cette information. Si empiriquement il existe un différentiel, il sera attribuable au débordement de l'information.

Nous calculerons ainsi le différentiel pour l'ensemble des gisements au large des côtes américaines dans le golfe du Mexique, sous la juridiction fédérale. (Nous expliquons ce choix à la section 2.2 de ce chapitre).

Pour vérifier plus précisément dans quelle proportion cette valeur se situe, nous évaluerons, pour certaines régions données, quels sont les différentiels pour certains puits pionniers relativement à leurs propres suiveurs. La réalisation de cet objectif implique que nous sommes en mesure de déterminer quels sont les suiveurs associés à tel ou tel pionnier. Nous aurons, de cette façon un aperçu plus précis de la nature du différentiel qui peut exister. Il va de soi que la réalisation de cet objectif va de pair avec la nature exacte des données disponibles.

Cependant la valeur du différentiel pourra être déterminée par certaines variables relatives à la qualité de l'information qui débordera. Ces facteurs d'ordre qualitatif auront sans nul doute un effet sur la valeur du différentiel de bonus que nous aurons estimée.

2.1.2) Les déterminants

Une fois les différentiels de valeur de bonus d'enchère estimés pour les gisements pionniers et les gisements suiveurs

qui leur sont associés, nous pouvons nous demander ce qui explique l'ampleur de ces différentiels.

En d'autres termes les différentiels de bonus mesurent la valeur de l'information qui aura débordée. La qualité de cette information sera différente selon différents paramètres. Par exemple, comme l'externalité d'information affecte la probabilité de découverte de pétrole pour le suiveur, la distance qui sépare les deux puits devient alors très importante. Ce dernier paramètre modifiera, à la hausse ou à la baisse, la qualité du débordement d'information. Cette modification s'exprimera en terme de bonus d'enchère.

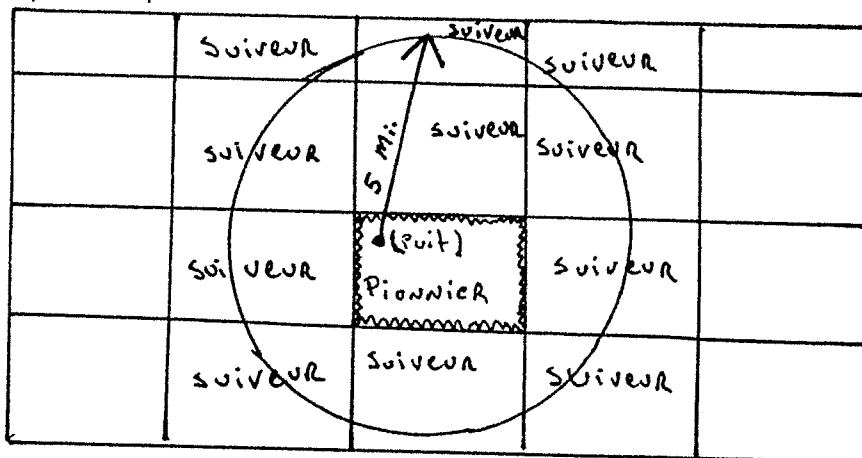
Nous avons dressé une liste des variables qui seraient susceptibles d'influencer la proportion de ce différentiel. Ces notions, qualitatives pour la plupart, n'ont jamais, à notre connaissance, été analysées empiriquement. Toutefois plusieurs auteurs, notamment Stiglitz (1975), en font mention dans leurs modèles théoriques.

Nous présentons ces variables tout en indiquant en quoi elles pourraient affecter la valeur du différentiel. Si on tient compte du fait que le différentiel représente la valeur des externalités d'information, nous aurons ici, les facteurs explicatifs de l'ampleur de ces externalités.

Premièrement, comme nous l'avons mentionné plus haut, la variable distance entre les puits pionniers et leurs suiveurs, constitue un facteur déterminant le niveau du différentiel de bonus d'enchère. Plus un puits suiveur sera près géographiquement d'un puits pionnier, plus l'information générée par ce dernier sera utile au suiveur.

Le différentiel de valeur de bonus d'enchère devrait augmenter en fonction de la proximité géographique. Cette variable provient de la nature même du problème qui nous préoccupe. Plus un puits suiveur est près d'un puits pionnier productif, plus sa probabilité d'être productif est grande, car il y a de plus fortes probabilités, ex ante, qu'il se retrouve dans la même nappe ou zone productive. Cette variable tient compte des facteurs géologiques qui sont connus jusqu'à présent. Ceateris paribus, plus le puits suiveur sera près géographiquement du puits pionnier productif, plus on sera prêt à payer cher son emplacement.

Cette variable sera toutefois bornée de par la loi*, en ce sens qu'un gisement ne peut être qualifié de suiveur à partir d'une certaine distance. Cette distance est de 5 milles à partir du puits pionnier.



Si le deuxième puits à venir s'établir dans la région est à plus de 5 milles du puits pionnier, il sera alors considéré dans une autre catégorie que celle de suiveur (drainage). Cette distance de 5 milles fut fixée pour des raisons d'ordre géologique.

* 43 Stat 1337:Public Lands: Submerged Lands, Oil and Gas leases of public Lands, USA 1946.

Ainsi la corrélation entre le différentiel de bonus et la distance devrait être négative. Plus le puits suiveur est loin géographiquement du pionnier, moins le différentiel de bonus devrait être élevé, ceateris paribus.

La deuxième variable qui est susceptible d'affecter la valeur du différentiel de bonus est le prix du pétrole. Plus le prix du pétrole augmente après la découverte d'un puits pionnier productif, plus les terrains avoisinants augmenteront en valeur et inversement si le prix du pétrole diminue.

Le prix du pétrole a un rôle important dans le mécanisme de fixation du prix d'un claim et ce, peu importe la nature de ce claim. Ainsi le prix du pétrole est considéré comme étant une variable déterminante autant pour la fixation du bonus sur un gisement pionnier que celui pour un gisement suiveur. Les travaux de Mead et Sorensen de 1980 (1980 et 1980a) sont très révélateurs à ce sujet.

Toutefois l'évolution du prix entre la période où le gisement pionnier fut découvert et celle de l'acquisition du gisement suiveur sera déterminante dans l'ampleur du différentiel de bonus qui prévaudra entre les deux puits.

Ouvrons ici une petite parenthèse qui sera valable pour l'ensemble des variables que nous présenterons. Notre modèle a pour objectif d'expliquer pourquoi deux puits ont des valeurs différentes au moment de leur acquisition. Plusieurs variables qui ne seront pas présentées ici ont un impact très important sur la détermination du prix d'un gisement au moment de son

acquisition. En ce qui nous concerne, c'est la différence de valeur entre deux puits donnés qui nous intéresse. Rappelons-nous que la variable dépendante est le différentiel de bonus d'enchère.

Pour en revenir au prix, nous considérerons:

$\Delta P_{dw} = P_{+d} - P_{+w}$ où ΔP_{dw} est le différentiel de prix du pétrole entre les dates d'acquisition du suiveur et du pionnier. P_{+w} est le prix du pétrole au temps d'acquisition du pionnier et P_{+d} celui qui prévaut au temps d'acquisition du suiveur. De cette façon si:

. $P_{+d} > P_{+w}$, le différentiel de prix (ΔP_{dw}) sera positif. Le prix du pétrole aura augmenté durant la période qui sépare l'acquisition du pionnier et celle du suiveur. Plus ΔP_{dw} sera élevé, plus le différentiel de bonus sera grand.

. $P_{+d} < P_{+w}$, le différentiel de prix (ΔP_{dw}) sera négatif. Le prix du pétrole aura diminué durant la période qui sépare l'acquisition du pionnier et celle du suiveur. ΔP_{dw} étant négatif, plus sa valeur sera élevée en terme absolu, plus le différentiel de bonus sera petit.

. $P_{+d} = P_{+w}$, le différentiel de prix (ΔP_{dw}) sera nul. Le prix du pétrole n'aura pas évolué entre les périodes d'acquisition du pionnier et du suiveur. Dans ce cas, cette variable ne devrait pas affecter le différentiel de bonus.

Il est évident que les anticipations sur les prix du pétrole devraient avoir une influence très marquante sur la décision d'acquiescer un puits ou un gisement pour des fins d'exploration. De plus ces anticipations devraient jouer un rôle très important dans le processus d'enchère qui se déroulera

pour l'obtention du ou des puits suiveurs avoisinant un puits pionnier.

En vertu du manque de données empiriques sur les anticipations des prix du pétrole qui pourraient être utilisées ici, la variable de différentiel de prix entre les dates d'acquisition des puits suiveurs et pionniers permettra l'approximation, à tout le moins, de ce phénomène d'anticipation.

Plus un puits pionnier est productif, plus les concurrents voudront acquérir les gisements avoisinants. La variable quantité de pétrole produite par le pionnier reflète cet élément. Plus un puits pionnier produit une quantité élevée de pétrole, plus la probabilité que la nappe soit grande est élevée. Les terrains avoisinants augmenteront inévitablement en valeur parce que cette information viendra activer la concurrence pour l'acquisition des terrains avoisinants. La méthode d'allocation des terres par enchère publique a également un effet important sur ce résultat.

Les différentiels de bonus, entre pionniers et suiveurs, devraient être élevés en fonction de la quantité de pétrole produite par le pionnier. Cependant la quantité produite considérée comme un stock ne sera pas un bon estimateur de la productivité du puits pionnier, car diverses stratégies d'extraction du pétrole peuvent être envisagées.

Ce qui nous intéresse, c'est de savoir combien le puits pionnier a produit au moment de l'acquisition du suiveur. La production totale ne nous indique pas cela. Idéalement nous aimerions savoir quelle est l'intensité de production du puits pionnier, au moment d'acquisition du puits suiveur. Ainsi, plus le puits pionnier serait productif (en terme de flux) au moment d'acquisition du puits suiveur, plus ce dernier verrait sa valeur augmenter, toute chose étant égale par ailleurs. Le bonus d'enchère reflètera cette augmentation de valeur du gisement suiveur.

Cette variable d'intensité de production du puits pionnier nous indique deux choses précises. Premièrement nous devons avoir dans notre modèle, une variable pour considérer le fait qu'un gisement suiveur n'existe que s'il y a au préalable un gisement pionnier, la variable d'intensité de production remplit ce premier rôle. Cependant l'intensité de production représente en soi une information importante. Cette information intéresse le suiveur. Nous avons vu au chapitre premier de quelle manière ce débordement d'information peut se réaliser. La variable d'intensité aura cette deuxième caractéristique de représenter un très bon indicateur du contenu et de la qualité de l'information.

Un autre déterminant de l'ampleur des externalités d'information concerne le degré ou niveau d'exclusion de l'information. Plus l'information sera non-exclusive pour le pionnier, plus l'information aura "débordé". Plus l'information aura "débordé", plus la valeur des gisements voisins sera affectée. Dans le cas d'un gisement pionnier productif, moins

l'information sera exclusive, plus les gisements avoisinants auront gagné en valeur. En d'autres termes l'exclusivité de l'information affecte le niveau de compétitivité ou de concurrence pour les gisements avoisinant un gisement pionnier.

La meilleure façon d'introduire ce facteur dans notre modèle est de considérer le nombre de participants tant à l'enchère pour l'obtention du gisement pionnier que celle pour l'obtention du gisement suiveur. C'est donc le différentiel de participants aux enchères qui déterminera le différentiel de bonus d'enchère.

On considère $DC_{dw} = C_d - C_w$ où DC_{dw} est le différentiel de participants aux enchères, C_d est le nombre d'enchérisseurs pour le gisement suiveur et C_w est le nombre d'enchérisseurs pour le gisement pionnier.

Si $C_d > C_w$ alors DC_{dw} sera positif. Le nombre d'enchérisseurs aura augmenté pour le gisement suiveur en comparaison de son pionnier. Ceci signifie qu'il y a débordement d'information. Plus DC_{dw} sera grand, plus de compétiteurs auront participé à l'enchère, car le degré d'exclusivité de l'information aura été faible. Plus DC_{dw} sera grand plus le bonus d'enchère du suiveur devra être élevé, toute chose étant égale par ailleurs.

Si $D_d < C_w$ alors DC_{dw} sera négatif. Le nombre d'enchérisseurs aura diminué pour le gisement suiveur en comparaison de son pionnier. Ici deux explications se présentent. La première est que le degré d'exclusivité de l'information aura été maintenu au maximum. La deuxième explication est que l'information qui aura débordé n'était pas intéressante. Nous ne sommes malheureusement pas en mesure de départager laquelle

des explications s'applique dans un cas donné. Cependant dans les deux cas on peut dire que plus DC_{dw} sera petit, plus le différentiel de bonus sera petit.

Dans le cas où $DC_{dw} = 0$, le nombre de compétiteurs sera équivalent. Toute chose étant égale par ailleurs le différentiel de valeur devrait être petit, voir même inexistant.

Notre modèle indique que les différentiels de bonus d'enchère sont fonction de la distance qui sépare les puits pionniers et suiveurs, des variations de prix du pétrole durant la période qui sépare celle de l'acquisition du pionnier et celle du suiveur, de la quantité de pétrole qui serait produite (en terme d'intensité de production) par le puits pionnier jusqu'à la date d'acquisition du suiveur et de la différence dans le nombre des participants aux enchères. Notre modèle prendra la forme suivante:

$DB_{dw} = F(D, DP_{dw}, Q_w, DC_{dw})$ où DB_{dw} est le différentiel de bonus d'enchère entre les gisements suiveurs et leur pionnier respectif. D est la distance qui sépare le pionnier de son ou de ses suiveurs. DP_{dw} est le différentiel de prix du pétrole entre les dates d'acquisition des suiveurs et du pionnier. Q_w est la quantité de pétrole produite par le pionnier exprimé en terme d'intensité de production et DC_{dw} représente la différence dans le nombre d'enchérisseurs pour les enchères respectives des deux gisements.

Les différentiels de bonus seront toutefois examinés par acre pour des raisons de comparaison de la variable dépendante sur une base similaire. On considérera alors $DB_{dw}/acre$

plutôt que simplement DB_{dw} .

Cependant l'estimation d'un tel modèle dépend dans une large mesure des données qui seront disponibles ainsi que de leur présentation. La section suivante traite de cette question.

2.2) Les données

La question des données est primordiale dans le cadre de l'application que nous entendons réaliser. Cette section présentera ces données, en décrivant de la façon la plus explicite possible, leurs méthodes d'acquisition. Nous exposerons dans un premier temps les données qui sont utilisées pour la première estimation, soit celle du différentiel de bonus d'enchère pour les gisements pionniers et les gisements suiveurs.

Dans un deuxième temps nous présenterons les données qui sont utilisées dans le cadre de notre modèle des déterminants de l'ampleur des externalités d'information.

Pour chacune de ces étapes nous décrirons la provenance des données, leurs formes de présentation, leur nature exacte ainsi que leurs qualités.

2.2.1) La présence des externalité

À prime abord une application de notre modèle au cas de l'exploration pétrolière canadienne était envisagée. Toutefois, même si les gouvernements provinciaux de l'Alberta et de la Saskatchewan maintenaient une classification similaire à celle du gouvernement fédéral américain ("wildcat" et "drainage") pour ce qui est des gisements exploratoires, les données relatives aux bonus d'enchère ne sont pas disponibles.

En réalité ces données existent, cependant elle ne sont pas comptabilisées sous une base uniforme. Selon un officiel du ministère de l'énergie de l'Alberta, ce travail d'assemblage des données requièrerait un minimum de six (6) mois à temps plein, en utilisant les ordinateurs du dit ministère.

Si on ajoute à cela qu'aucunes données relatives aux déterminants de l'information n'existaient jusqu'à présent, exception fait de la production du pionnier, nous avons dû nous tourner vers les États-Unis pour vérifier empiriquement notre modèle.

L'existence des données américaines nous a été révélée par les textes de Leitzinger et Stiglitz de 1983 et ceux de W.J. Mead et P.E. Sorensen Competition and Performance in OCS Oil and Gaz Lease Sales and Lease Development, 1954-1969, de mars 1980 et Additional Studies of Competition and Performance in OCS Oil and Gaz Sales, 1954-1975, de novembre 1980. Ces deux (2) derniers textes sont des rapports de contrats effectués pour le compte du U.S. Geological Survey (Commission géologique américaine).

À partir des descriptions qui étaient faites des bases de données que ces différents auteurs ont utilisées, il nous fut possible d'entrer en communication avec les officiers techniques de la division de la conservation de la Commission Géologique Américaine. Ceux-ci nous ont fait parvenir les bandes magnétiques contenant les données nécessaires à notre application.

Ces bandes magnétiques sont titrées "Lease Production and Revenue" (L.P.R.) et sont disponibles au: Department of

Interior, Mineral Management Service de Reston en Virginie.

Pour vérifier notre première hypothèse traitant de la présence des externalités d'information, nous avons besoin des bonus d'enchère par puits, selon la classification de ces derniers et selon le nombre d'acres loués.

Pour ce faire, nous utiliserons la bande LPR-19 qui contient les informations suivantes:

Premièrement une description des locations (gisements) où on retrouve:

- le numéro de série du gisement
- son numéro de carte géographique
- le numéro de location selon l'Outer Continental Shelves (O.C.S.)
- le type de gisement (wildcat ou drainage)
- la date de vente des droits
- la date de location
- la dimension en acres du gisement
- l'année de cessation du bail
- la profondeur de l'eau en pieds
- le code d'identification de l'état où se trouve ce puits
ex: 17 = Louisiane)

Ces données permettent d'identifier avec précision de quel puits on parle, tout en fournissant certaines de ces caractéristiques.

Deuxièmement on retrouve une description des enchères, soit:

- le numéro d'enchère
- le nombre d'enchérisseurs

- le numéro de code des entreprises participantes (ce code est interne au gouvernement fédéral américain)
- l'enchère victorieuse, en dollars
- le numéro de code du gagnant.

En troisième lieu on retrouve une description du paiement des rentes et des royalties. La description de la production du puits est la suivante:

- le numéro de carte de production
- la production totale de pétrole
- la production totale de gaz
- le nombre d'années de production
- les autres productions, si applicable
- la production moyenne par jour en barils de pétrole brut
- la production moyenne par jour de gaz.

Suite à cette description on retrouve celle qui est relative aux puits forés ainsi qu'à leurs structures:

- le numéro de puits
- le nom de la nappe
- le nom du puits
- la date d'installation
- la profondeur totale
- en plus d'une série d'informations traitant des structures des plateformes et des équipements de forage utilisés. On retrouve également la distance de puits à partir de la côte continentale.

Cette première bande LPR-19 contient suffisamment d'informations pour tester notre première hypothèse. Nous avons, grâce à cette banque de données l'information pour tous les puits

et les gisements au large des côtes américaines pour le Golfe du Mexique, de 1954 à 1982. Cependant nous fûmes informés par un officier du ministère de l'intérieur que les données relatives à 1981 et 1982 ne sont pas complètes. Il nous suggère de ne pas faire d'estimation pour ces deux (2) dernières périodes. Nous effectuerons nos estimations sur la période 1954 à 1980.

Le texte de Mead et Sorensen (1980) soulevait également cinq (5) erreurs dans la classification des puits qui étaient enregistrés comme "wildcats" alors qu'en réalité ils étaient "drainages". On nous a toutefois confirmé que ces erreurs avaient été corrigées.

Nous utiliserons ces données pour comparer les bonus d'en-chère des puits pionniers et des puits suiveurs, par acre loué. Par la suite, grâce aux différents numéros: de séries, de cartes, de locations et de puits, nous pourrons localiser sur les cartes géographiques et géologiques, spécifiquement conçues à cet effet par les autorités américaines, quels puits suiveurs sont associés à quels puits pionniers, pour une ou plusieurs régions spécifiques. Nous effectuerons la même comparaison pour des régions géologiques identiques.

2.2.2) Les déterminants

Pour effectuer la vérification de notre deuxième groupe d'hypothèses, qui concerne les déterminants de l'ampleur des externalités d'information, nous ajouterons aux données déjà présentées (LPR-19), certaines données tirées des bandes LPR-5 et LPR-10. Ces deux dernières bandes sont beaucoup plus complètes et ajoutent des détails importants à l'information déjà acquise par LPR-19.

Également nous avons été dans l'obligation de constituer des séries de données relatives notamment aux différentiels de prix du pétrole pour certaines périodes, et de les incorporer à notre série principale.

Nous présenterons en détails chacune des séries utilisées pour chacune des variables.

1 -DB_{dW}/Acre:

Les données utilisées pour la variable dépendante, soit les différentiels de bonus d'enchère par acre, seront celles obtenues dans la première partie (présence des externalités), pour les régions que nous aurons sélectionnées.

2 -D:

D, la distance qui sépare le pionnier de son ou ses suivants est une série que nous avons construite et qui est unique. Le gouvernement américain, par l'entremise de la Commission Géologique*, nous a fait parvenir des cartes géographiques et géologiques spécialement conçues pour localiser les différents gisements et puits au large des côtes. À partir des informations contenues dans la bande LPR-19, nous avons été en mesure d'identifier clairement les puits et les gisements qui nous intéressaient.

Les données obtenues de ces cartes sont précises au centième de mille. On retrouvera à annexe 1 la liste complète

*Nous remercions particulièrement M.G. McDonald, aviseur technique à la Commission Géologique Américaine, qui a effectué la sélection des cartes et qui nous a fourni toute l'information technique relative à l'utilisation de celles-ci.

des cartes utilisées pour la construction de cette série de données.

Les données de distance seront bornées, elles ne pourront dépasser 5 milles. Cette spécification vient du fait que la classification pionnier-suiveur repose sur un concept légal qui fixe à 5 milles la distance maximale qui sépare un pionnier du ou des suiveurs qui lui sont associés. À partir de cette distance, le puits ne peut plus être classé comme suiveur et passe à une autre catégorie. Cette autre catégorie n'est pas prédéterminée, mais dépend des facteurs géologiques et géographiques qui prévalent et ce, cas par cas.

3 - DP_{dw} :

Comme nous l'avons déjà exposé, DP_{dw} , le différentiel de prix du pétrole est une variable construite à partir de la relation suivante: $DP_{dw} = P_{td} - P_{tw}$ où P_{tw} est le prix du pétrole à la date d'acquisition du puits pionnier et P_{td} est celui qui prévaut à la date d'acquisition du suiveur.

Les données utilisées dans le cadre de notre estimation seront celles du U.S. Bureau of Mines, qui sont publiées dans "Annual Petroleum Statements" de 1983. On y retrouve les prix moyens à la tête du puits, par baril de pétrole brut, par état, pour les États-Unis. Ces données sont disponibles de 1947 à 1980 inclusivement, et sont exprimées en dollars constants.

4 - Q_w :

Q_w , la production de pétrole brut du gisement pionnier constitue notre troisième variable explicative. On dispose des données sur la production moyenne par jour en barils de pétrole brut pour chacun des puits grâce à la bande LPR-19. Selon les officiers techniques responsables de ces bandes de données, l'information relative à la production est remise à date annuelle avec un retard de deux (2) ans, i.e. que l'on corrige par exemple les données de 1980 en 1983. Les corrections pour l'année 1980 sont complétées en ce qui concerne les bandes que nous avons obtenues.*

5 - DC_{dw} :

La différence dans le nombre de participants aux enchères est tirée de la bande LPR-19. Nous fûmes toutefois informés par la Commission Géologique Américaine du fait qu'un enchérisseur ne peut être directement associé à une entreprise. Quelques fois un enchérisseur représente plus d'une entreprise. Ces associations d'entrepreneurs qui constituent dans les faits un seul enchérisseur peuvent venir biaiser légèrement les résultats relatifs au niveau de signification de cette variable. Nous en tiendrons compte dans l'analyse de nos résultats.

* Nous remercions spécialement M. R. Maples, aviseur technique au "U.S. Geological Survey" pour l'aide qu'il nous a fournie relativement à l'utilisation des bandes de données.

2.3) Sommaire

Nous avons développé dans cette section un modèle simple pour estimer premièrement les différentiels de bonus entre gisements pionniers et gisements suiveurs. Deuxièmement nous avons présenté un modèle empirique pour examiner les déterminants de l'ampleur des externalités.

Pour effectuer les estimations nous utiliserons les données du gouvernement américain, qui est présentement le seul à maintenir et compiler des données utilisables pour notre analyse. Si la majorité des données sont tirées des banques LPR-19, 5 et 10, certaines variables, tel que la distance entre puits suiveurs et pionniers, ont dû être construites à l'aide de cartes géographiques spécialement conçues pour l'identification des puits.

Dans la section suivante nous présenterons et analyserons les résultats que nous avons obtenus.

3) Présentation et analyse des résultats

3.1) La présence des externalités

Avant de présenter directement les résultats que nous avons obtenus, il nous apparaît intéressant d'examiner certains éléments généraux. Le tableau 5 nous présente de façon sommaire les principales observations sur l'exploration pétrolière pour l'ensemble du Golfe du Mexique.

Tableau 5: Exploration pétrolière dans le Golfe du Mexique - 96

Type de gisement	nombre de gisement	% de gisement sec	% de gisement productif	bonus moyen en millions \$courant	bonus moyen par acre en \$cour.
PIONNIERS	2 548	66%	34%	1 932	1 789
SUIVEURS	486	47%	53%	4 452	5 488
TOTAL	3 034	64%	36%	2 258	2 529

La première constatation que l'on fait en examinant le tableau 5 a trait à la différence qui existe dans le nombre de gisements pionniers et le nombre de gisements suiveurs. Les gisements pionniers représentent 84% du total, tandis que les gisements suiveurs n'en représentent que 16%. Ce résultat n'est toutefois pas surprenant. Le débordement de l'information du pionnier au suiveur doit être analysée, ce qui entraîne une sélection plus grande des gisements lorsque l'on est suiveur. Ceci se visualise en comparant les taux de gisement productifs, qui n'est que de 34% pour les gisements pionniers, alors qu'il se situe à plus de 50% pour les gisements suiveurs. De plus, on doit dire que la distance de cinq milles joue pour beaucoup dans le fait qu'on retrouve si peu de gisements suiveurs.

Le différentiel de bonus par gisement entre pionnier et suiveur serait en moyenne de 2 520 millions de dollars. Ceci représente un taux d'augmentation de 130% en terme de paiement pour l'acquisition des droits d'exploration. Si on examine les paiements par acre loué on retrouve un différentiel moyen de 3 699 dollars, ce qui est l'équivalent d'une augmentation de 207% par rapport au gisement pionnier.

Toutefois ces taux d'augmentation ne représentent pas directement la valeur des externalités d'information, comme l'ont suggéré Leitzinger et Stiglitz en 1983. Le taux d'augmentation de 207% sur-estime passablement la valeur des effets externes d'information. Une très grande partie de ce taux peut très bien s'expliquer par le fait que les gisements suiveurs sont généralement plus productifs. Voyons ce qui en est lorsque l'on compare les bonus d'enchère en rapport avec la valeur de production des gisements.

Lorsque l'on utilise l'approche de Leitzinger et Stiglitz pour estimer la valeur des externalités, on retrouve les résultats suivants, présentés au tableau 6.

Tableau 6: Indicateur de la valeur des externalités:
Bonus d'enchère/valeur de production
1954-1980

	Bonus/gisement moyenne millions \$	Moyenne de la valeur brute de production millions \$	Rapport bonus/production
PIONNIERS	1 932	12 675	0,152 \$
SUIVEURS	4 452	23 397	0,190 \$
TOTAL	2 258	14 644	0,154 \$

Le meilleur indicateur de la valeur des externalités d'information est, comme nous l'avons vu au chapitre précédent, le différentiel de bonus d'enchère par rapport à la valeur de production entre les gisements suiveurs et les gisements pionniers. Ce différentiel est donc de 0,038\$ ce qui constitue une augmentation de 25% par rapport au pionnier.

La comparaison que nous venons de présenter diffère quelque peu de celle réalisée par Leitzinger et Stiglitz. La période sur laquelle nous avons fait la comparaison étant plus longue de 10 ans. Le tableau 7 présente nos résultats (1954-1980) en comparaison de ceux obtenus par les auteurs sur la période 1954-1970.

Tableau 7: Comparaison des résultats

Leitzinger-Stiglitz*

	Résultats 1954-1970	Résultats 1954-1980	%
PIONNIERS	0,103\$	0,152\$	+48%
SUIVEURS	0,117\$	0,190\$	+62%
%	0,014\$ (13,6%)	0,038\$ (25%)	

Le tableau 7 nous suggère deux conclusions. Premièrement lorsque l'on examine horizontalement les résultats, on note une augmentation importante dans les rapports bonus d'enchère/valeur de production en ajoutant 10 ans à la période de référence. Pour les gisements pionniers l'augmentation est de 48%, tandis que les gisements suiveurs enregistrent une croissance de 62%. L'explication de ce phénomène nous est suggérée par Mead et Sorensen (1980a).

* Tiré de Leitzinger et Stiglitz (1983)

Ces auteurs nous révèlent en effet que le gouvernement fédéral américain voulant profiter de la croissance des activités d'exploration, suite aux hausses successives de prix du pétrole, a modifié quelque peu sa stratégie d'allocation des "terres". Cette modification de stratégie, toujours selon Mead et Sorensen, prend la forme d'une augmentation des prix de réserve des "terres". On se souvient (chapitre 1) que le gouvernement fédéral américain a toujours utilisé de tels prix de réservation qui consistent simplement à ne pas accepter, pour une région donnée, les enchères qui n'auront pas atteint un certain niveau en terme de bonus d'enchère.

Deuxièmement l'examen vertical du tableau 7 nous indique deux choses. Premièrement sur la période 1954-1980, la valeur de l'externalité d'information, évaluée selon la méthode de Leitzinger et Stiglitz est de 0,038 par dollar de valeur de production. La différence dans le bonus d'enchère par valeur de production entre gisements pionniers et gisements suiveurs n'étant attribuable qu'au fait que le gisement suiveur est un gisement moins risqué. La raison pour laquelle il est moins risqué est qu'il profite du débordement de l'information en provenance du gisement pionnier pour opérer sa localisation, tel que ceci nous le fut démontré au chapitre 1.

Cependant, la seconde information que nous suggère le tableau 7 est que la valeur de l'externalité serait différente selon la période sur laquelle on effectue nos estimés. De 0,014\$ qu'elle était sur la période 1954-1970, celle-ci serait de 0,038\$ pour la période 1954-1980.

La valeur de l'externalité d'information qui est présentée ici est en fait une valeur moyenne. Selon nous, la valeur de l'externalité d'information variera d'un groupe de gisements (pionnier-suiveur) à l'autre selon certains déterminants relatifs à la qualité de l'information qui "débordera". Ces déterminants, sont: la distance entre puits suiveur et puits pionnier, le niveau de dispersion ou dissimulation de l'information évaluée en terme de nombre de participants aux enchères, à la qualité du gisement d'où provient l'information soit la productivité du puits pionnier et finalement un indicateur de l'information externe aux gisements, soit le comportement des prix du pétrole sur le marché.

Cependant, avant de présenter en détail les résultats de notre analyse des déterminants des externalités d'information (section 3.2), nous aimerions apporter certaines précisions quant à la valeur moyenne de l'externalité d'information que nous avons dégagée.

Les bonus d'enchère que nous observons sont par définition la représentation des anticipations des locataires potentiels sur la valeur des gisements. Toutefois rien ne nous garantit que cette valeur correspond à la valeur réelle du gisement. En d'autres termes, l'évaluation de la valeur moyenne de l'externalité d'information que nous venons de réaliser sous-estime la véritable valeur, car aucun gisement pionnier improductif ne retrouvera de suiveur qui lui sera associé.

Toutefois le pionnier improductif produit une information qui "déborde". Cette information suggère aux concurrents de ne pas forer inutilement dans une zone ou région donnée, adjacente au gisement pionnier improductif. De ce fait l'information qui "déborde" a une valeur. Celle-ci n'est cependant pas perceptible ou quantifiable, aucun bonus n'étant observable pour les gisements suiveurs, du simple fait que ceux-ci sont inexistantes. Les concurrents ont, en considération de l'information obtenue, réaffecté leur activité exploratoire vers d'autres régions plus prometteuses.

Pour corriger cette sous-estimation Leitzinger et Stiglitz (1983, p. 23) suggèrent de ne comparer que les gisements productifs, car aucun des gisements improductifs n'a de suiveur qui lui soit associé.

Lorsque l'on effectue la comparaison des bonus par valeur de production pour les gisements productifs, on obtient les résultats suivants, présentés au tableau 8.

Tableau 8: Bonus d'enchère/valeur de production
pour les gisements productifs

	(dollars réels (1967 = 100))		
	Résultats 1954-1970*	Résultats 1954-1980	%
PIONNIERS	0,063\$	0,109\$	73%
SUIVEURS	0,103\$	0,167\$	62%
%	64%	53%	

* Résultats de Leitzinger et Stiglitz (1983)

Le tableau 8 nous indique que les suiveurs paient en moyenne 53% de plus en terme de bonus d'enchère que les pionniers, pour les gisements productifs. Comme on peut le voir, le fait de recevoir plus de bonus d'enchère par valeur de production dépend, en bonne partie, de la manière dont cette information affecte la fréquence et la nature des bonus pour les locations suiveurs, lorsque cette information provient des locations pionnières non-productives.

Ce différentiel moyen de 53% représente la valeur de l'information qui aura "débordé", permettant au suiveur de diminuer son risque et d'accélérer sa cédule d'exploration. En d'autres termes, le suiveur profite des effets externes d'information pour réduire ses coûts.

Toutefois les résultats que nous avons obtenus sur la période 1954-1980, diffèrent légèrement encore une fois de ceux de Leitzinger et Stiglitz. Comme nous l'avons mentionné précédemment, les résultats que nous avons obtenus jusqu'à présent sont valables en moyenne. Cependant certains déterminants peuvent venir modifier la valeur de l'externalité. Chaque groupe de gisement (pionnier-suiveur) doit être analysé séparément pour tenir compte des facteurs qualitatifs qui affectent inévitablement la valeur du débordement de l'information. Dans la section suivante nous présenterons les résultats de cette analyse.

3.2) Le modèle empirique des déterminants des externalités d'information

Comme nous l'avons vu à la section précédente, la valeur des externalités d'information se situe à 0,058\$ par dollar de production lorsque l'on examine les gisements productifs. Ceci représente en fait une augmentation de 53% dans la valeur des bonus d'enchère par valeur de production des gisements suiveurs par rapport aux gisements pionniers sur la période 1954-1980. Ce pourcentage d'augmentation est différent cependant de celui obtenu sur la période 1954-1970, alors qu'il se situait à 64%.

Ces représentations de la valeur des externalités d'information sont valables en moyenne. Toutefois l'analyse cas par cas des groupes pionnier-suiveur doit être effectuée selon nous, pour vérifier notre hypothèse concernant les aspects qualitatifs du débordement de l'information. Cette analyse devient essentielle si on veut statuer sur une intervention possible des gouvernements. Nous examinerons plus en détails cet élément à la section 3.3 de ce texte.

L'analyse des déterminants des externalités d'information repose sur les prémices voulant que l'information ne "déborde" pas également entre tous les gisements pionniers et tous les gisements suiveurs. La quantité et la qualité du débordement de l'information est sujette à différents paramètres.

Nous avons dressé précédemment une liste de ces paramètres. Cette liste n'est pas nécessairement exhaustive. Elle retient, en majeure partie, les facteurs déterminants, d'ordre micro-économique et géologique connus jusqu'à présent et qu'il nous est possible de quantifier avec un maximum de précision.

Souvent l'effet d'un déterminant spécifique a dû être estimé à l'aide d'un indice. Même si cet indice ne représente pas parfaitement le déterminant que l'on veut estimer, il nous en trace néanmoins une représentation globale qui est significative. Pensons entre autre au facteur des anticipations des agents sur les prix du pétrole. Aucune donnée n'est actuellement en mesure de nous indiquer parfaitement le comportement de cette variable. Dans notre cas nous avons opté pour l'estimation de ce déterminant à partir des prix effectifs, soit une mesure ex post du phénomène.

Ce choix nous a été suggéré par les travaux de Mead et Sorensen (1980 et 1980a) qui utilisent le prix effectif du pétrole dans leurs équations servant à déterminer le prix d'une location ou d'un gisement.

Si on se rappelle le modèle que nous avons développé, on retrouve:

$$DB_{dw} = F(D, DP_{dw}, Q_w, DC_{dw})$$

où DB_{dw} est le différentiel de bonus d'enchère entre gisement suiveur et gisement pionnier par acre de terrain loué, pour chacune des observations pionnier-suiveur prises individuellement. Idéalement nous aurions aimé retrouver le différentiel de bonus par valeur de production. Cependant les valeurs de production ne sont pas disponibles sur une base individuelle. Ces données ne sont disponibles et publiques que pour de plus gros ensembles. Par exemple on avait cette information, exprimée en moyenne, pour l'ensemble des gisements

des groupes pionniers ou suiveurs, etc...

Toutefois, compte tenu de ce problème d'acquisition de données, on peut tout de même réaliser l'estimation de notre modèle. Il faudra toutefois tenir compte du fait que notre variable dépendante ne constitue pas le meilleur estimateur de la valeur des externalités d'information. Elle constitue un bon estimateur qui surestime cependant, de façon générale, la véritable valeur de l'externalité.

Néanmoins notre objectif n'est pas ici de quantifier la valeur de l'externalité de façon extrêmement précise, nous avons réalisé cela à la section précédente. Nous voulons, dans le cadre de notre modèle, avoir un aperçu des déterminants de cette externalité, celle-ci trouvant prioritairement son expression à travers les bonus d'enchère.

Pour réaliser nos estimations nous avons dû cependant exprimer notre variable dépendante sur une base de dollars constants. Nous avons dégonflé la valeur des bonus grâce à l'indice moyen des prix de la production de pétrole à la tête du puits en dollars américains par baril américain de 42 gallons, où 1967 = 100. Cet indice est disponible à partir de 1947 et est tiré du "Basic Petroleum Data Book"(29) de l'American Petroleum Institute et fourni à l'annexe 2.

Pour leur part, les variables explicatives sont:

- D, la distance du puits suiveur au puits pionnier qui lui est associé, calculée à partir des cartes géologiques et

(29) Basic Petroleum Data Book, Petroleum Industry Statistics, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1984, section VI, table 1.

géographiques que nous ont fournies la Commission Géologique Américaine. Le niveau de précision de cette série statistique est au centième de milles.

- DP_{dw} , le différentiel de prix du pétrole à la tête de puits au moment d'acquisition des gisements pionniers et suivants donnés, pour l'état vis-à-vis lequel se retrouvent les gisements.

- Q_w , le flux de production du puits pionnier évalué en production moyenne par jour en barils de pétrole brut.

- DC_{dw} , la différence dans le nombre de participants aux enchères respectives.

On retrouvera toutes ces données à l'annexe 3 de ce texte.

Avant d'effectuer les régressions de notre modèle, nous avons réalisé un test de corrélation pour nos cinq (5) variables. Le tableau 9 nous présente les coefficients de corrélation pour chacun des couples de variable.

Tableau 9: Coefficient de corrélation et probabilité IRI sous l'hypothèse $H_0: RHO = 0$ N=258

Variabes	DB_{dw}	D	DP_{dw}	Q_w	DC_{dw}
DB_{dw}	1.00000 0.00				
D	-0.64134 0.0001	1.00000 0.00			
DP_{dw}	0.53317 0.0001	-0.41153 0.0001	1.00000 0.00		
Q_w	0.69783 0.0001	-0.64214 0.0001	0.40534 0.0001	1.00000 0.00	
DC_{dw}	0.48313 0.0001	-0.50049 0.0001	0.24160 0.0001	0.60410 0.0001	1.00000 0.00

La première constatation que l'on fait suite à l'examen du tableau 9 est que les coefficients de corrélation entre la variable dépendante (DB_{dw}) et chacune des variables explicatives, ont le signe attendu. En effet seule la variable de distance entre puits pionniers et puits suiveurs affecterait à la baisse le niveau du différentiel de bonus d'enchère par acre loué.

Cependant la corrélation la plus forte serait entre le différentiel de bonus et le flux de production du puits pionnier. Somme toutes, les corrélations entre la variable dépendante et les variables explicatives viennent confirmer nos attentes. Cependant la corrélation entre la différence de participants aux enchères et DB_{dw} nous semble plutôt faible, soit légèrement inférieure à 50%.

Lorsque l'on examine les corrélations entre les variables explicatives, deux points sont à retenir. Premièrement la distance est corrélée négativement avec toutes les autres variables. Par exemple, plus le flux de production du puits pionnier est fort, plus les suiveurs viendront s'établir près du gisement pionnier. De même le nombre de participants aux enchères pour les gisements suiveurs semble être plus élevé lorsque la distance est petite entre puits pionniers et puits suiveurs. Deuxièmement la distribution du nombre de participants aux enchères de gisements suiveurs ne semble pas très affectée par les différences de prix du pétrole, ce qui semble un peu surprenant. La productivité du gisement pionnier semble affecter beaucoup plus significativement la présence de participants aux enchères de gisements suiveurs.

En général le tableau des coefficients de corrélations nous indique que prises indépendamment, les variables explicatives se comportent de la façon attendue face à la variable dépendante.

Cependant pour avoir plus de précision sur l'effet des différentes variables explicatives, lorsque considérées globalement, nous avons fait plusieurs régressions simples et multiples. Ces régressions ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System), utilisant la méthode des moindres carrés généralisés.

Pour débiter, nous avons effectué des régressions simples pour voir le degré de détermination de chacune des variables prise indépendamment. Précisons ici que notre échantillon est composé de 258 observations. Ce nombre d'observations est déterminé par le nombre de gisements suiveurs productifs. En effet, chacune des observations est la résultante de l'association d'un gisement suiveur productif avec "son" propre gisement pionnier.

La première régression simple que nous avons effectuée concerne le différentiel de bonus d'enchère par acre exprimé en dollars constants de 1967 et la distance entre le puits suiveur et le puits pionnier qui lui est associé. On dégage les résultats suivants:

DB _{dw} = 10994.74186	-	3194.14636 D
T de Student = (16.88)		(-13.37)
Écart type = (651.418)		(238.829)
		N = 258
		R ² = 0.411
		F = 178.87

La deuxième régression simple fut réalisée entre DB_{dw} et le différentiel de prix entre les moments d'acquisition du gisement suiveur et du gisement pionnier, toujours en dollars constants de 1967:

$$\begin{aligned} DB_{dw} &= 1726.6634 + 1189.1547 DP_{dw} \\ T \text{ de student} &= (6.29) \quad (10.08) \\ \text{Écart-type} &= (274.379) \quad (117.932) \end{aligned}$$

$$N = 258$$

$$R^2 = 0.284$$

$$F = 101.67$$

Troisièmement nous avons régressé DB_{dw} en fonction du flux de production du gisement pionnier:

$$\begin{aligned} DB_{dw} &= -5154.96016 + 179.92909 Q_w \\ T \text{ de student} &= (-9.29) \quad (15.59) \\ \text{Écart-type} &= (554.942) \quad (11.543) \end{aligned}$$

$$N = 258$$

$$R^2 = 0.487$$

$$F = 243$$

Lorsque l'on régresse le différentiel de bonus d'enchère comme étant fonction de la différence de participant aux enchères, on obtient:

$$\begin{aligned} DB_{dw} &= 1030.7315 + 1566.3208 DC_{dw} \\ T \text{ de student} &= (3.12) \quad (8.83) \\ \text{Écart-type} &= (330.801) \quad (177.411) \end{aligned}$$

$$N = 258$$

$$R^2 = 0.233$$

$$F = 77.95$$

Cet exercice avait pour objectif de vérifier le niveau de détermination (R^2) pour chacune des variables indépendantes. On peut conclure de cet exercice qu'aucune de ces variables, lorsque considérées indépendamment ne peut expliquer la majeure partie des fluctuations des paiements pour l'acquisition des droits d'exploration que constituent les bonus d'enchère. Toutefois chacune de ces variables semble apporter un élément explicatif indéniable. Dans ce sens la production du gisement pionnier ressort clairement comme étant l'élément prépondérant pour expliquer l'ampleur du différentiel de bonus entre puits suiveurs et puits pionniers. Suivent respectivement, la distance, les différentiels de prix du pétrole et le nombre de participants aux enchères, présentés sous forme de différence.

Nous avons par la suite fait une série de régressions multiples en juxtaposant l'ensemble des variables une à une. Le résultat le plus probant demeure cependant la régression où l'ensemble des variables présentées plus haut étaient représentées, soit:

$$DB_{dw} = 750.1884 - 1261.3207 D + 566.2739 DP_{dw}$$

$$T.\text{student} = (0.65) \quad (-4.70) \quad (5.71)$$

$$\text{Écart-type} = (1154.5936) \quad (268.5334) \quad (99.1164)$$

$$N = 258$$

$$+ 103.1519 Q_w + 172.9791 DC_{dw}$$

$$(6.86) \quad (1.05)$$

$$(15.0420) \quad (164.1915)$$

$$R^2 = 0.603$$

$$F = 95.97$$

$$D.W. = 2.37$$

Les résultats observés nous sont apparus quelque peu décevant, particulièrement en ce qui a trait au degré de détermination obtenu ($R^2 = 0.603$). Dans ce contexte nous nous sommes demandé si la forme fonctionnelle de l'équation n'avait pas lieu d'être modifiée. Comme on le supposait, les résultats dégagés d'une estimation sous la forme semi-logarithmique s'avèrent très largement supérieurs lorsque l'on compare les coefficients de détermination (R^2). Les variables DP_{dw} et DC_{dw} ne sont pas exprimées sous la forme logarithmique pour la seule raison qu'elles contiennent des données négatives ou nulles.

$$\begin{aligned} \ln(DB_{dw}) &= 0.79 - 1.3596 \ln(D) + 0.0474 DP_{dw} \\ T \text{ de student} &= (2.10) \quad (-12.68) \quad (2.01) \\ \text{Écart-types} &= (0.376) \quad (0.107) \quad (0.024) \\ &+ 1.9234 \ln(Q_w) + 0.0987 DC_{dw} \\ &\quad (18.83) \quad (2.47) \\ &\quad (0.102) \quad (0.0399) \end{aligned}$$

$$N = 258$$

$$R^2 = 0.825$$

$$F = 297.36$$

$$D.W. = 2.42$$

Du strict point de vue économétrique, les résultats obtenus par notre modèle sont très acceptables. L'utilisation d'une forme semi-logarithmique a largement contribué à améliorer ces résultats. Toutes les variables sont significatives selon les statistiques T de Student et l'ensemble de la régression également selon la statistique F de Fisher (297.36). Le Durbin-Watson nous révèle qu'aucun problème d'autocorrélation des erreurs n'affecte notre régression. En privilégiant la forme semi-logarithmique, on améliore le coefficient de détermination (R^2) qui passe maintenant à 0.825, ce qui est très satisfaisant dans le cadre de l'étude que nous réalisons.

Cependant, en terme économique, que nous suggèrent ces résultats? Nous répondrons à cette question en deux étapes. Dans un premier temps, nous analyserons les résultats du modèle en comparaison avec la théorie. Dans un deuxième temps, nous effectuerons un rapprochement avec les principaux modèles théoriques qui impliquent une quelconque intervention gouvernementale.

3.3) Analyse économique et retour aux modèles théoriques

3.3.1) Analyse économique des résultats

Notre modèle nous suggère que la distance qui sépare le puits suiveur du puits pionnier duquel il dépend, a un effet significatif sur la valeur du gisement suiveur. En réalité, la distance est davantage une conséquence qu'une cause, le choix de l'emplacement du puits suiveur étant justement fonction de l'information reçue. Toutefois, en raison de facteurs géologiques, la proximité géographique entre un puits suiveur et un puits pionnier productif aura pour effet inévitable de faire hausser la valeur du gisement suiveur. On distingue alors clairement que la proximité géographique du gisement fasse augmenter la valeur du gisement suiveur, alors que le puits sur le gisement suiveur sera localisé selon l'information reçue. Toutefois, le calcul des distances s'est réalisé entre puits pour une simple raison d'uniformité des points de comparaison.

Les hypothèses théoriques que nous avons formulées à propos de la variable de distance se trouvent donc confirmées sur une base empirique, la variable de distance étant particulièrement significative. Plus la distance qui sépare un puits suiveur du puits pionnier auquel il est associé est grande, moins l'externalité d'information aura de valeur.

La variable dont les résultats sont les plus significatifs demeure toutefois Q_w soit le flux de production de pétrole du puits pionnier. Ceci n'est guère surprenant. En effet, plus un puits pionnier est productif, plus les concurrents anticiperont la possibilité que la nappe de pétrole soit étendue. On se souvient que l'information relative à la productivité d'un puits pétrolier peut "déborder" de multiples façons (couleur de la boue, longueur des tuyaux, observateurs etc...). Dans ce contexte, les flux de production constituent le meilleur indicateur de la productivité d'un puits. Il n'est donc pas étonnant que cette variable se trouve confirmée avec un degré si élevé de détermination (T de student 18.83).

Le différentiel dans le nombre de participants aux enchères représente le degré de dispersion du débordement de l'information. Il constituait de ce fait un indicateur du niveau de concurrence pour l'obtention du puits suiveur. Cette variable est significative et a le signe attendu. En effet, plus la différence dans le nombre de participants à l'enchère des gisements suiveurs et pionniers est positive et élevée, plus le degré de dispersion du débordement d'information sera grand. Dans ce sens, plus l'externalité d'information aura de valeur. Cette variable aurait pu être beaucoup plus déterminante n'eut été le problème que nous ont révélé les officiers du Ministère

de l'Intérieur du gouvernement américain. Ce problème réside dans la compilation des données relatives au calcul du nombre des participants à une enchère donnée. Un enchérisseur ne représente pas nécessairement une entreprise. Dans certains cas une entreprise peut se subdiviser et participer plus d'une fois à l'enchère en créant tout simplement une filiale. Dans d'autres cas, plusieurs entreprises peuvent se "fusionner" et ne faire qu'une seule enchère. On ne fait pas référence ici aux "joint bidding" qui sont très bien identifiés et calculés à part, mais à des "fusions" qui seraient plutôt illégales. En ce qui nous concerne, l'effet est, soit de faire augmenter artificiellement le nombre de participants à l'enchère, soit de le faire diminuer. Dans ce contexte, même si le problème est relativement restreint, selon les officiers du gouvernement, il n'en demeure pas moins présent et affecte quelque peu nos résultats. L'externalité d'information verra sa valeur augmenter à mesure que le débordement de l'information sera dispersée. Le différentiel de participants aux enchères est, en ce sens, un indicateur du niveau d'exclusion de l'information.

La dernière variable explicative est le différentiel de prix du pétrole brut à la tête du puits, (en \$ constant) entre les moments d'acquisition des gisements suiveur et pionnier. Précisons avant d'aller plus loin que nous avons fait des essais d'estimation avec diverses méthodes d'inclusion des prix à notre modèle. On note entre autre l'utilisation du prix du pétrole simplement au temps d'acquisition du gisement suiveur. Celle-ci ne fut pas significative. La variable de différentiel

de prix du pétrole nous dit que plus le prix aura augmenté entre la période qui sépare l'acquisition des gisements suiveur et pionnier, plus l'externalité d'information aura une valeur élevée. Ce n'est donc pas le niveau des prix du pétrole qui affecte la valeur de l'externalité d'information, mais la variation des prix entre les différentes dates d'acquisition des gisements. Il nous semble toutefois évident que le niveau des prix du pétrole aura un effet sur le niveau d'activité exploratoire dans son ensemble, ceci fut prouvé à maintes occasions. Toutefois en ce qui concerne la valeur de l'externalité d'information, les variations de prix selon les périodes d'acquisitions des gisements constituent davantage le facteur à considérer.

De façon globale, le modèle des déterminants des externalités d'information que nous avons estimé se révèle très significatif. Le résultat principal qu'il nous fournit est que la valeur de l'externalité d'information variera selon certains paramètres relatifs, en majeure partie, à la qualité de l'information. Ces résultats viennent expliquer dans une très large mesure la différence que l'on retrouve dans l'estimation de la valeur moyenne des externalités d'information que nous avons réalisée en comparaison avec celle effectuée par Leitzinger et Stiglitz.

On se rappelle que la valeur moyenne des externalités d'informations se situe à 0.058\$ par dollar de production brute sur la période 1954-1980. Ceci constitue une augmentation de 53% de la valeur accordée en bonus d'enchère pour les gisements suiveurs par rapport au gisement pionnier.

3.3.2) Retour aux modèles théoriques

Si on se rappelle les explications théoriques qui étaient présentées pour expliquer le différentiel de paiement pour l'acquisition des droits d'exploration sur différents types de gisements, on retrouvait les raisons suivantes:

La réalisation d'un programme exploratoire sur un gisement pionnier (exploration d'une région vierge) produit, en plus d'une découverte (ou non) de réserve de pétrole, une série d'informations. Cependant, cette information n'est pas complètement accaparée par son producteur. Une partie importante de celle-ci "débordera" vers les concurrents. Ce transfert d'information ne constitue pas, pour l'ensemble de la société, un élément négatif, bien au contraire. L'effet direct de ce débordement d'information est de réduire le risque d'échec d'autres programmes exploratoires. Les concurrents profitent de l'information pour, soit réaffecter leurs ressources exploratoires vers d'autres gisements, soit confirmer leur établissement de la valeur anticipée d'un gisement, qui trouvera son expression par le bonus offert à l'enchère. En d'autres termes, on utilise l'information pour augmenter la probabilité de découverte sur les gisements.

Le problème réside alors essentiellement dans le fait que le producteur de l'information n'est pas récompensé optimalement pour sa production. De fait, c'est le gouvernement qui profite de cette information en obtenant des bonus d'enchère plus élevés pour les gisements avoisinant le gisement pionnier,

producteur de l'information. En ce sens les producteurs pionniers sont découragés à explorer des régions vierges. On retrouvera alors un niveau sous-optimal d'exploration pour ces nouvelles régions. Plusieurs mécanismes d'intervention gouvernementale sont soulignés dans la littérature.* Cependant chacun de ces mécanismes effectue de façon implicite des hypothèses sur la valeur des externalités.

Les résultats que nous avons obtenus nous renseignent sur deux éléments très précis. Premièrement nous avons estimé la valeur des externalités d'information pour les gisements productifs. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Leitzinger et Stiglitz (1983). Cependant ils diffèrent quelque peu lorsqu'il s'agit d'évaluer le niveau exact des externalités. Les résultats de Leitzinger et Stiglitz évaluaient à 65% le taux d'augmentation des bonus d'enchère par valeur de production des gisements suiveurs versus les gisements pionniers. Nos résultats établis sur une période plus longue de 10 ans nous situent à 53% d'augmentation. La comparaison de ces résultats nous a amené à chercher quels étaient les déterminants de la valeur des externalités. Le modèle des déterminants des externalités d'information constitue cette deuxième source de renseignements.

*Voir notamment Stiglitz (1975), Mead et Sorenson (1980, 1980a) et Miller (1972)

On se souvient (chapitre 1) que Gilbert (1981) a développé un modèle déterminant que les valeurs sociales et privées de l'information, dans le cas de l'exploration pétrolière, étaient différentes. Plus précisément, la valeur privée de l'information serait inférieure à la valeur sociale, en raison justement des externalités d'information. Pour démontrer cela, Gilbert utilise deux cas distincts. Premièrement si un gisement est exploré en commun, soit par au moins deux explorateurs, la stratégie optimale serait de maximiser: (ceci est valable sous l'hypothèse où on ne retrouve que deux gisements au total)

$$R_t = E \{ V_1 (E_1) + V_2 (E_2) \mid I \} - (E_1 + E_2)$$

où $V_i(E_i)$ est la valeur anticipée du i ème gisement donnant un investissement en exploration de E_i . Les anticipations étant conditionnelles à I qui représente l'information de base des deux explorateurs.

Lorsque les gisements sont explorés indépendamment l'un de l'autre, chaque firme (ou explorateur) cherchera à maximiser:

$$R_i = E \{ V_i(E_i) \mid I_i \} - E_i$$

où I_i est le niveau d'information de la i ème firme au temps de la décision d'exploration.

Gilbert présentait ensuite son analyse avec deux cas extrêmes. Un premier où l'information n'est pas publiquement disponible et un second où l'information est complètement publique. Dans le contexte où l'information est publique, l'auteur démontre que les revenus anticipés de la firme qui explore la deuxième seront supérieurs à ceux de la firme qui explore la première, car la seconde explore conditionnellement aux résultats obtenus du premier gisement. La seconde firme bénéficie de l'information produite par les activités de la première firme. .../119

Dans la pratique, l'information des activités d'exploration n'est pas totalement publique. Toutefois l'externalité d'information rend publique une partie, souvent importante de celle-ci. Selon nos résultats, en moyenne, la valeur de l'externalité serait de 0,058\$ par dollar de production.

En démontrant que les débordements d'information sont fonction de certains paramètres précis, on apporte cependant un éclairage particulier lorsque vient le temps de développer des méthodes de correction des externalités. Les externalités d'information distordent premièrement la cédule d'exploration et deuxièmement le processus d'exploration, comme nous l'avons vu au chapitre 1.

3.3.3) Efficacité, équité et intervention gouvernementale

Ainsi, les externalités d'information créent des distorsions au niveau de l'activité d'exploration pétrolière. Comme le mentionne Gilbert (1981, p. 208), il est difficile de déterminer si le niveau total des dépenses d'exploration est trop petit ou trop grand en raison des aspects de bien public et de valeur spéculative de l'information qui vont en sens inverse. La compétition pour la location des gisements par voie d'enchère de bonus résulte probablement en un niveau excessif d'activité exploratoire.

D'un autre côté, l'effet que produit le débordement de l'information n'incite pas les explorateurs à agir en tant que pionnier. De cette manière, l'explorateur aurait intérêt, comme nous l'avons vu, d'attendre et de profiter de l'information que génèrera un autre pionnier. Le problème repose alors sur

un concept d'équité, le pionnier n'étant pas récompensé optimalement pour l'information qu'il produit.

Pour corriger les effets externes de l'information, Stiglitz (1975) préconise un système de subside et de taxation qui tiendrait compte du temps et de la distance qui sépare un puits pionnier d'un puits suiveur.

Selon nous, un tel système devrait tenir compte en plus de la distance, des paramètres de qualité de l'information que constituent par exemple le flux de production du gisement pionnier, le nombre de participants aux enchères et le niveau des prix du pétrole brut au moment d'acquisition des différents gisements.

Selon Miller (1972, p. 423), une autre possibilité d'internalisation des externalités d'exploration serait que premièrement le gouvernement réalise des travaux géophysiques et géologiques et que deuxièmement il réalise des forages exploratoires avant de louer ses gisements. Miller préconise alors une intervention active du gouvernement durant la phase exploratoire. Toutefois les externalités d'information, même si elles présentent un problème important dans le domaine de l'exploration d'hydrocarbure, n'en constituent pas le seul problème. Une politique d'intervention gouvernementale pour corriger celui-ci devrait, en plus, tenir compte d'une série d'autres difficultés. Pensons simplement à celle de la détermination de la rente, ou à celle de l'allocation des ressources rares et épuisables que constituent les ressources naturelles telles que les hydrocarbures.

Selon nous, on ne peut statuer sur la qualité et l'efficacité générale de la politique d'exploration américaine qui repose sur les enchères de bonus, sans analyser plus en détails les solutions alternatives. Cependant, en terme d'externalité d'information, une solution efficace consisterait possiblement dans la création d'incitation à l'exploration à risque partagé (joint venture). Une enchère sur les rentes annuelles plutôt que sur un bonus serait également une solution à examiner de plus près.

CONCLUSION GÉNÉRALE

En guise de conclusion, on peut souligner que les externalités d'information dans l'exploration pétrolière sont quantifiables en terme de moyenne pour une région spécifique. La valeur des externalités d'information peut toutefois être modifiée selon la période de référence sur laquelle sont établies nos estimations. Dans le cadre de notre application, celle-ci se situe en moyenne à 0,058\$ par dollar de production brute pour les gisements du Golfe du Mexique sur la période 1954-1980.

Nous avons cependant apporté une précision très importante en ce qui a trait aux paramètres déterminant l'ampleur des externalités. En effet nous avons démontré, sur une base empirique que la qualité et la quantité du débordement d'informations d'un gisement pionnier vers un gisement suiveur affectent la valeur des externalités par l'entremise des bonus d'enchère. Ceci revêt une certaine importance lorsque le gouvernement veut savoir s'il doit intervenir pour corriger les effets externes d'information, car ceux-ci ont un impact significatif sur l'efficacité de l'allocation des ressources pour l'exploration des réserves d'hydrocarbure. Dans l'éventualité où ce dernier décide d'intervenir, les résultats que nous avons obtenus peuvent être utiles dans la détermination de la méthode optimale d'intervention.

Par contre, on devra tenir compte de l'ensemble des problèmes reliés à l'exploration des ressources épuisables dans la formulation d'une éventuelle politique d'intervention. Le problème des externalités d'information en constitue certes un important, mais d'autres, tout aussi épineux, sont existants: pensons simplement à celui de la détermination optimale de la rente pétrolière.

Notre mémoire s'inscrit dans ce qu'on qualifie de nouvelle théorie de l'exploration en relation avec l'offre de ressources énergétiques.* Nous avons donc touché à une infime partie de l'ensemble de la question des ressources énergétiques. Nos résultats, quoique limités, nous semblent néanmoins intéressants.

*Selon les termes de J.B. Ramsey du département d'économie du New York University tiré de "The Economics of Exploration for Energy Resources".

BIBLIOGRAPHIE

- Allais, M. (1957) "Method of Appraising Economic Prospects of Mining Exploration over Large Territories: Algerian Sahara Case Study" Management Science, juillet 1957, vol. 3, no. 4, pp. 285-347.
- Crabbé, P.J. (1977) "L'Exploration des Ressources Extractives non-renouvelables: Théorie Économique, Processus Stochastique et Vérification", l'Actualité Économique, 1977, pp 559-86
- Crabbé, P.J. (1983) Economic Analysis of Quebec's Mining Legislation, Texte non publié, Université d'Ottawa, 53 pages.
- Erickson, G.K. (1974) "Work Commitment Bidding", in Mineral Leasing as an Instrument of Public Policy, ed. by M. Crommelin and A.R. Thompson, University of British Columbia Press, Vancouver.
- Gilbert, R.J. (1981) "The Social and Private Value of Explorations Information" in The Economics of Exploration for Energy Resources, ed. by J.P. Ramsey, Jai Press Inc., Greenwich, Conn.
- Graham, K., McEachean, R. et Miller, G. (1979) The Administration of Mineral Explorations in the Yukon and Northwest Territories, Work Paper #14, Centre for Resource Studies Queen's University, Toronto, 42 pages.
- Leitzinger, J.J. et Stiglitz, J.E. (1983) Information Externalities in Oil and Gaz Leasing, texte non publié 33 pages.
- Martin, F. (1983) Évaluation des Projets Publics, notes pour le cours Ecn 6810, Université de Montréal

- Mackenzie, B.W. (1974) "Investment in Information for Assessment of Mineral Value: Some Guideline for Mineral Leasing Policy" in Mineral Leasing as an Instrument of Public Policy, ed. by M. Crommelin and A.R. Thompson. University of British Columbia Press, Vancouver.
- Matte, B. (1983) Exploration des Ressources épuisables: cadre Institutionnel, Données et Aspect théoriques, C.R.D.E, 56p.
- Mead, W.J. et Sorensen, P.E. (1980) "Competition and Performance in OCS Oil and Gas Lease Sales and Lease Development, 1954-1969.", USGS Contract No. 14-08-0001-16552, Reston, USA, 179 p.
- Mead, W.J. et Sorensen, P.E. (1980a) "Additional Studies of Competition and Performance in OCS Oil and Gas Sales, 1954-1975", USGS Contract no. 14-08-0001-18678, Reston, USA, 109 p.
- Mead, W.J. (1974) "Cash Bonus Bidding for Mineral Resources" in Mineral Leasing as an Instrument of Public Policy, ed. par M. Crommelin et A.R. Thompson, University of British Columbia Press, Vancouver.
- McKie, J. (1962) "Market Structure and Uncertainty in Oil and Gas Exploration", in Quarterly Journal of Economics.
- McPherson, J.L. et Owens, O.E. (1974) "Mineral Leasing in a Private Enterprise System" in Mineral Leasing as an Instrument of Public Policy, Ed. by M. Crommelin et A.R. Thompson, University of British Columbia Press, Vancouver.

- Miller, E. (1972) "Some Implications of Land Ownership Patterns for Petroleum Policy" in Land Economics, nov. 72, pp.414-423.
- Peterson, F.M. et Fisher, A.C. (1977) "The Exploitation of Extractive Resources: A. Survey" The Economic Journal pp 681-721.
- Peterson, F.M. et Fisher, A.C. (1977) "L'Économie des Ressources naturelles"; L'actualité Économique, pp. 510-558.
- Peterson, F.M. (1974) "An Economic Theory of Mineral Leasing" dans Mineral Leasing as an Instrument of Public Policy, ed. par M. Crommelin et A.R. Thompson, University of British Columbia Press, Vancouver.
- Peterson, F.M. (1974 a) "The Government Role in Mineral Exploration" dans Mineral Leasing as an Instrument of Public Policy, ed. par M. Crommelin et A.R. Thompson, University of British Columbia Press, Vancouver.
- Peterson, F.M. (1975) "Two Externalities in Petroleum Exploration" in Studies in Energy Tax Policy, ed. par G.M.Brannon Cambridge, Mass. pp. 101-114.
- Ramsey, J.B. (1979) "The Economics of Oil Exploration"
- Slishter, L.B. (1959) "Some Aspects, Mainly Geophysical of Mineral Exploration" in Natural Resources, ed. M.R. Hubery and W.L. Floch, New York, p. 376-77.
- Stiglitz, J.E. (1975) "The Efficiency of Market Prices in Long Run Allocation in the Oil Industry" in Studies in Energy Tax Policy, ed. par G.M. Brannon, Cambridge, Mass., pp. 55-100.

A N N E X E S

ANNEXE ILISTE DES CARTES GEOGRAPHIQUES ET GEOLOGIQUESA) Région près du Texas (42)

<u>CODE</u>	<u>DESIGNATION DE CARTE</u>	<u>SOUS-REGION</u>	<u>REMARQUES</u>
301	NG 14-03	Corpus Christi	
302	NG 14-06	Port Isabel	
303	NG 15-01	East Breaks	Même région géographique que Bay City
304	NG 15-04	Alaminos Canyon	
305	NG 15-01	Bay City	Même région géographique que East Breaks
700	TX 2	South Padre Island	
701	TX 2	North Padre Island	
702	TX 3	Mustang Island	
703	TX 4	Matagorda Island	
704	TX 5	Brazos	
705	TX 5B	Brazos-South	
706	TX 6	Galveston	
707	TX 6A	Galveston-South	
708	TX 7	High Island	
709	TX 7B	High Island-South	
710	TX 7A	High Island-East	
711	TX 7C	High Island-East, South	
712	TX 3A	Mustang Island-East	
713	TX 2A	North Padre Island-East	
714	TX 1A	South Padre Island-East	
716	TX 8	Sabine Pass	

ANNEXE I (suite)LISTE DES CARTES GEOGRAPHIQUES ET GEOLOGIQUESB) Région près de la Louisiane (17)

<u>CODE</u>	<u>DESIGNATION DE CARTE</u>	<u>SOUS-REGION</u>	<u>REMARQUES</u>
307	NG 15-05	Keathley Canyon	
308	NG 15-06	Walker Ridge	
310	NG 16-04		
311	NG 16-01		
312	NH 16-07	Viosca Knoll	Même région géographique que Mobile South no.1-AL.
313	NH 16-10	Mississippi Canyon	Même région géographique que Mobile South no.2-AL.
700	LA 1	West Cameron	
701	LA 1A	West Cameron-West	
702	LA 1B	West Cameron-South	
703	LA 2	East Cameron	
704	LA 2A	East Cameron-South	
705	LA 3	Vermilion	
706	LA 3B	Vermilion-South	
707	LA 3A	South Marsh Island	
708	LA 3C	South Marsh Island-South	
709	LA 4	Eugene Island	
710	LA 4A	Eugene Island-South	
711	LA 5	Ship Shoal	
712	LA 5A	Ship Shoal-South	
713	LA 6	South Pelto	
714	LA 6	Bay Marchand	
715	LA 6	South Timbalier	
716	LA 6A	South Timbalier-South	
717	LA 7	Grand Island	
718	LA 7A	Grand Island-South	
719	LA 8	West Delta	
720	LA 8A	West Delta-South	
721	LA 9	South Pass	

ANNEXE I (suite)B) Région près de la Louisiane (17) (suite)

<u>CODE</u>	<u>DESIGNATION DE CARTE</u>	<u>SOUS-REGION</u>	<u>REMARQUES</u>
722	LA 9A	South Pass-South	
723	LA 9A	South Pass-East	
724	LA 10A	Main Pass-East & South	
725	LA 10	Main Pass	
726	LA 10	Breton Sound	
728	LA 11	Chandeleur	
729	LA 11A	Chandeleur-East	
730	LA 3D	South Marsh Island-North	
731	NG 15-02	Garden Banks	
732	NH 15-12	Ewing Bank	Même région géographique que New Orlear
733	NG 15-03	Green Canyon	Même région géographique que New Orlear South No.1.
734	LA 12	Sabine Pass	
735	NH 15-12	New Orleans	Même région géographique que Ewing Bank
736	NG 15-03	New Orleans South No.1	Même région géographique que Green Canyon
737	LA 11B	Chandeleur Sound	

ANNEXE 2INDICE DES PRIX MOYENS ANNUELS DE PRODUCTION A LA
TETE DU PUIITS DE PETROLE BRUT DES ETATS-UNIS *

<u>ANNEES</u>	<u>INDICES (1967=100)</u>
1947	76.5
1948	82.8
1949	78.7
1950	81.8
1951	91.1
1952	88.6
1953	87.4
1954	87.6
1955	87.8
1956	90.7
1957	93.3
1958	94.6
1959	94.8
1960	94.9
1961	94.5
1962	94.8
1963	94.5
1964	94.7
1965	96.6
1966	99.8
1967	100.0
1968	102.5
1969	106.5
1970	110.4
1971	113.9
1972	119.1
1973	134.7
1974	160.1
1975	174.9

*Source: Basic Petroleum Data Book, Petroleum Industry Statistics,
American Petroleum Institute, Washington, DC 1984, section
VI Table 1.

ANNEXE 2 (suite)

INDICE DES PRIX MOYENS ANNUELS DE PRODUCTION A LA
TETE DU PUIIS DE PETROLE BRUT DES ETATS-UNIS *

<u>ANNEES</u>	<u>INDICES (1967=100)</u>
1976	182.9
1977	194.2
1978	209.3
1979	235.6
1980	268.7
1981	293.4
1982	299.3

*Source: Basic Petroleum Data Book, Petroleum Industry Statistics,
American Petroleum Institute, Washington DC, 1984
Section VI, Table 1.

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATIONS

- 1 Numéro d'observation
 2 DBdw/âcres: Différentiels de bonus d'enchère par âcre en dollars constant de 1967 (u.s.)
 3 D: Distance entre puits suiveur et puits pionnier en mille
 4 DPdw: Différence de prix du pétrole en dollars constant (u.s.)
 5 Qv: Quantité produite de pétrole par puits/jour en barils de 42 gallons u.s.
 6 DCdw: Différence dans le nombre d'enchérisseur.

1	2	3	4	5	6
OBSERVATION	DBdw/âcres	D	DPdw	Qv	DCdw
1	53	3.65	0.00	22.7	1
2	5767	0.75	0.41	72.1	4
3	28804	0.75	0.56	73.9	5
4	37	4.12	-0.02	20.7	0
5	1966	2.50	0.00	38.1	1
6	346	3.73	0.03	17.3	2
7	270	3.05	-0.03	25.3	0
8	18552	0.10	0.11	68.4	3
9	5302	2.13	-0.05	93.6	2
10	877	4.77	-0.02	45.5	0
11	4907	0.50	0.00	3.9	2
12	261	4.85	-0.05	21.0	1
13	44	3.25	0.00	28.0	1
14	907	2.27	0.02	53.8	1

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATIONS

1 OBSERVATION	2 DBdw/âcres	3 D	4 DPdw	5 Qw	6 DCdw
15	10504	1.97	-0.05	86.0	2
16	4221	3.01	0.08	42.7	5
17	504	4.15	-0.02	60.3	0
18	20357	0.15	0.07	93.9	3
19	16	2.79	-0.08	12.3	-1
20	25	3.49	0.00	17.0	0
21	43	4.93	-0.01	21.0	1
22	12	0.17	0.10	2.1	1
23	5	4.92	0.00	8.7	-1
24	22	4.05	0.01	10.3	-3
25	47	4.00	-0.01	17.4	-2
26	67	4.39	-0.06	23.2	1
27	73	3.99	0.00	19.7	2
28	23	2.16	-0.03	5.9	-4
29	22	3.99	-0.02	10.3	-3
30	47	3.93	0.00	20.1	-2
31	68	4.00	0.00	14.7	-4
32	53	4.21	0.03	19.2	-1
33	79	3.90	-0.04	23.1	0
34	83	3.29	-0.01	24.0	0
35	26	4.23	0.00	12.1	0

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1 OBSERVATION	2 DBdw/âcres	3 D	4 DPdw	5 Qw	6 DCdw
36	15	4.96	-0.02	5.9	0
37	29	2.26	-0.03	21.3	-1
38	97	3.95	0.01	14.9	1
39	98	3.24	0.02	16.6	1
40	29	4.19	0.00	17.7	0
41	36	4.23	-0.03	20.0	-3
42	47	4.20	0.00	19.7	-2
43	22	3.87	-0.02	12.9	-3
44	75	3.63	0.29	20.3	-1
45	87	4.61	0.01	17.3	-1
46	101	4.00	0.01	19.9	0
47	109	3.12	0.00	21.0	1
48	92	3.28	-0.02	19.3	-2
49	99	3.25	-0.03	19.2	0
50	107	3.00	1.00	31.0	2
51	90	3.12	-0.10	26.1	0
52	87	4.09	0.01	20.3	-2
53	99	4.07	0.01	17.5	-1
54	105	3.01	-0.01	19.9	0
55	103	4.12	-0.02	30.7	0

ANNEXE 3 (suite)

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1	2	3	4	5	6
OBSERVATION	DBdw/âcres	D	DPdw	Qw	DCdw
56	100	4.06	1.00	35.0	0
57	112	3.17	0.00	17.4	1
58	79	1.29	0.00	5.9	2
59	117	3.96	-0.01	20.3	0
60	123	3.84	0.17	19.4	0
61	147	3.80	0.12	21.6	-1
62	153	4.17	0.00	35.2	3
63	156	3.21	0.00	22.4	0
64	163	3.20	0.39	22.0	1
65	169	3.00	-0.04	24.1	1
66	169	4.02	-0.010	30.1	2
67	185	3.17	-0.02	27.k	-1
68	187	3.16	0.02	27.0	0
69	188	2.21	-0.02	27.2	0
70	193	4.11	-0.03	30.1	3
71	194	2.97	0.01	29.7	0
72	200	3.11	0.39	29.9	1
73	210	1.18	0.02	31.4	1
74	235	3.76	0.17	40.1	0
75	242	3.92	0.07	41.5	0
76	255	3.95	0.17	41.7	1

ANNEXE 3 (suite)

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1	2	3	4	5	6
OBSERVATION	DBdw/âcres	D	DPdw	QV	DCdw
76	255	3.95	0.17	41.7	1
77	301	3.91	0.00	41.8	1
78	307	3.97	0.01	52.0	1
79	323	3.98	-0.01	49.3	2
80	412	3.99	0.40	49.5	2
81	408	4.00	0.00	51.2	2
82	417	3.12	-0.02	52.3	3
83	490	3.11	3.01	55.9	1
84	492	3.10	2.00	56.5	0
85	453	3.27	2.15	50.0	0
86	472	3.23	0.01	49.9	2
87	477	3.01	0.02	52.3	3
88	496	3.11	0.91	50.4	4
89	507	3.12	0.02	49.0	0
90	511	3.17	-0.02	48.7	1
91	512	3.14	-0.02	49.7	-2
92	524	3.00	0.01	50.1	1
93	552	3.01	0.00	50.2	1
94	537	3.01	0.10	50.7	0
95	577	3.10	0.601	51.1	1
96	582	3.03	0.03	51.7	1

ANNEXE 3 (suite)

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1 OBSERVATION	2 DBdw	3 D	4 DPdw	5 QW	6 DCdw
97	586	3.01	0.04	56.5	1
98	591	3.02	0.00	49.3	0
99	592	3.00	0.03	50.2	2
100	597	3.11	0.08	56.5	0
101	598	3.21	0.21	50.0	0
102	602	2.95	0.21	51.6	2
103	607	2.97	0.51	52.6	2
104	626	2.95	0.00	42.7	1
105	695	2.96	-0.03	41.8	1
106	701	2.94	-0.01	42.9	2
107	708	2.87	0.01	42.8	1
108	723	2.81	0.01	43.0	0
109	744	2.86	0.02	43.4	1
110	752	2.79	-0.02	41.8	2
111	811	2.77	-0.01	52.5	2
112	821	2.77	0.00	41.3	2
113	847	2.75	0.01	44.2	2
114	853	2.75	0.04	44.7	3
115	872	2.75	0.03	44.7	1
116	897	2.75	0.07	45.0	0

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1	2	3	4	5	6
OBSERVATION	DBdw	D	DPdw	QV	DCdw
117	899	2.72	0.00	45.1	2
118	908	2.71	0.02	45.0	3
119	1002	2.71	0.09	46.2	3
120	1051	2.70	0.01	45.1	1
121	1097	2.67	0.02	45.0	2
122	1143	2.69	0.15	44.7	2
123	1144	2.81	0.30	46.2	2
124	1225	2.55	0.20	46.1	1
125	1237	2.63	0.08	47.7	0
126	1259	2.63	0.23	47.0	1
127	1303	2.65	0.00	47.5	1
128	1372	2.57	0.01	45.9	0
129	1422	2.50	0.49	46.2	2
130	1451	2.49	2.53	46.3	2
131	1463	2.51	0.04	47.7	2
132	1476	2.50	0.03	48.3	3
133	1501	2.48	0.07	48.0	3
134	1507	2.40	0.01	49.0	3
135	1514	2.55	0.01	23.4	0
136	1553	2.52	-0.03	37.5	0
137	1567	2.23	-0.01	36.9	0

ANNEXE 3 (suite)

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1	2	3	4	5	6
OBSERVATION	DBdw	D	DPdw	Qw	DCdw
138	1589	2.47	0.01	37.8	1
139	1612	2.40	0.01	38.2	1
140	1624	2.39	0.02	40.0	0
141	1655	2.37	0.15	41.8	1
142	1787	2.35	0.08	41.9	2
143	1789	2.32	0.00	42.2	0
144	1799	2.41	0.19	44.6	0
145	1800	2.37	1.02	29.8	2
146	1805	2.30	0.51	42.7	0
147	1823	2.25	1.21	26.5	1
148	1825	2.20	1.00	49.3	1
149	1833	2.21	0.00	51.4	3
150	1853	2.20	0.03	42.0	1
151	1893	2.19	0.03	41.0	1
152	1920	2.77	0.21	53.7	2
153	1922	2.17	0.08	42.3	2
154	1937	2.15	0.20	43.5	2
155	1942	2.15	0.00	43.9	0
156	1948	2.15	3.01	40.2	1
157	1951	2.18	2.53	38.5	0

ANNEXE 3 (suite)

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1 OBSERVATION	2 DBdW	3 D	4 DPdW	5 QW	6 DCdW
158	1956	2.16	1.00	39.2	0
159	1966	2.12	0.23	36.5	1
160	1973	2.12	0.93	37.3	1
161	1985	2.08	0.00	42.5	1
162	1986	2.07	8.97	47.3	1
163	2001	2.07	8.97	51.6	3
164	2115	2.05	8.97	52.4	3
165	2117	2.15	8.12	25.6	0
166	2151	2.19	0.00	41.3	1
167	2172	2.35	1.01	39.6	0
168	2205	2.14	3.12	37.9	0
169	2211	2.12	0.02	42.5	0
170	2223	2.13	0.03	41.2	0
171	2244	2.15	0.01	47.3	1
172	2251	2.11	0.00	49.5	0
173	2263	2.08	8.12	21.3	0
174	2319	2.07	0.02	41.7	0
175	2319	2.51	0.00	57.3	3
176	2376	2.12	3.95	35.6	1
177	2392	2.01	0.09	39.4	3
178	2399	2.17	1.06	39.9	3

ANNEXE 3 (suite)

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1	2	3	4	5	6
OBSERVATION	DBdw	D	DPdw	QW	DCdw
179	2402	2.11	1.24	45.9	3
k80	2495	2.05	0.01	42.7	1
181	2497	2.04	0.01	43.4	1
182	2521	2.19	0.16	43.6	1
183	2523	2.00	0.01	42.9	1
184	2561	2.02	2.53	35.4	1
185	2567	2.02	1.23	36.9	1
186	2595	2.00	1.02	33.2	4
187	2611	2.00	0.00	51.2	1
188	2614	2.00	0.01	50.3	2
189	2629	2.00	0.09	49.7	1
190	2696	2.00	0.00	49.8	0
191	2724	1.99	1.00	46.5	1
192	2777	2.00	1.03	55.6	1
193	2855	2.00	1.03	55.9	3
194	2903	2.00	1.03	56.3	3
195	2913	2.01	0.09	55.3	1
196	2976	2.00	0.11	56.0	1
197	2988	1.97	0.12	56.1	2
198	2995	1.99	0.10	56.7	2

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1	2	3	4	5	6
OBSERVATION	DBdW	D	DPdW	QW	DCdW
199	3007	1.99	0.00	57.2	1
200	3151	2.00	0.19	57.7	2
201	3162	1.95	0.12	57.9	2
202	3169	1.96	0.16	58.0	2
203	3181	1.95	1.23	47.6	1
204	3188	1.97	1.23	51.3	1
205	3203	1.95	1.00	50.3	1
206	3215	1.94	1.00	58.3	1
207	3244	1.94	1.14	58.9	0
208	3329	1.95	0.95	59.3	2
209	3331	1.94	1.14	59.8	2
210	3417	2.01	0.03	44.9	2
211	3463	2.00	0.09	50.3	2
212	3467	2.51	0.11	56.9	2
213	3495	2.02	0.12	51.7	3
214	3502	1.97	0.01	52.3	1
215	3517	1.96	1.00	52.9	1
216	3527	1.96	1.02	53.3	0
217	3534	1.95	1.11	53.2	2
218	3602	1.92	1.11	53.5	2
219	3671	2.00	2.51	51.2	2
220	3677	1.93	1.00	55.6	2

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

ANNEXE 3 (suite)

OBSERVATION	1	2	3	4	5	6
	DBdW	D	DPdW	QW	DCdW	
221	3725	1.91	1.07	56.3	1	
222	3803	1.96	2.53	56.5	2	
223	3894	1.87	2.53	56.5	2	
224	4052	1.80	8.37	47.6	1	
225	4962	1.82	0.95	54.2	2	
226	5107	1.80	0.19	54.7	2	
227	5231	1.76	0.00	55.5	2	
228	5375	1.79	1.01	56.3	1	
229	5377	1.78	1.01	56.8	2	
230	5405	1.75	1.00	56.9	2	
231	5812	1.44	2.35	61.4	2	
232	5888	1.51	1.19	60.3	1	
233	6222	1.69	0.95	61.5	3	
234	6247	1.66	1.41	59.7	1	
235	6331	1.67	1.19	58.4	3	
236	6897	1.60	0.03	65.2	3	
237	6991	1.62	1.19	49.7	2	
238	7266	1.57	8.37	59.9	1	
239	7309	1.50	8.37	63.5	2	
240	7507	1.49	0.00	69.3	3	

ANNEXE 3 (suite)

LISTE DES DONNEES UTILISEES POUR ESTIMATION

1	2	3	4	5	6
OBSERVATION	DBdW	D	DPdW	QW	DCdW
241	7944	1.43	1.02	69.9	3
242	8351	1.40	2.53	69.0	3
243	8525	1.40	2.53	71.3	2
244	8647	1.32	2.53	71.5	3
245	8712	1.29	2.61	74.2	3
246	8749	1.25	2.61	77.5	3
247	8793	1.25	0.51	77.3	3
248	9217	1.25	2.53	76.2	3
249	9945	1.25	0.51	79.4	3
250	10207	1.25	2.19	79.0	3
251	10423	1.23	3.11	80.2	0
252	10951	1.00	3.11	80.0	0
253	12201	1.00	8.97	81.3	3
254	12339	1.00	8.97	83.7	1
255	18397	0.75	12.30	93.3	3
256	23112	0.75	12.30	92.9	4
257	29347	0.50	8.37	88.7	4
258	41879	0.55	8.37	112.3	5