

Université de Montréal

**Sécurité des droits de propriété et intégration verticale dans
l'industrie pétrolière**

Par

MARYAM E-DILMAGHANI

Département de sciences économiques

Faculté des arts et des sciences

Sous la direction de

PROFESSEUR GÉRARD GAUDET

Rapport de recherche présenté au Département de sciences économiques

en vue de l'obtention du grade de

MAÎTRE ÈS SCIENCES (M. Sc.)

en Sciences économiques

Août 2004

Avant – Propos

Le présent travail est rédigé en tant que notre rapport de recherche pour l'obtention du grade de M. Sc. en sciences économiques du Département de sciences économiques de l'Université de Montréal.

Ce qui nous a conduit à entreprendre cette recherche a été, mis à part notre intérêt pour les ressources naturelles, une proposition du Professeur Gérard Gaudet. Nous avons à le remercier avec le sentiment de gratitude. Durant la notre rédaction, il a manifesté un intérêt exceptionnel pour ce travail et une disponibilité sans égale pour nos questions. Il a su nous inspirer, nous encourager et nous guider. A cela, s'ajoute son soutien financier à travers CIREQ. Ce que nous lui devons est au delà de tout commentaire.

Nous remercions également le personnel du Département de sciences économiques de l'Université de Montréal pour l'environnement agréable, scientifique et dynamique dont il nous a fait bénéficier.

Nous avons à remercier cordialement le Professeur Robert Deacon de l'Université de Californie à Santa Barbara, qui nous a fourni les données sur l'indice de sécurité qu'il a construit avec un co-auteur.

Et enfin nous tenons à mentionner nos parents, avec la plus grande reconnaissance.

Maryam E- Dilmaghani

Montréal, août 2004

Table des matières

Avant- Propos.....	i
Table des matières.....	ii
Introduction.....	1
Partie I : Le modèle de Bohn et Deacon: l'investissement en amont.....	4
A. La théorie.....	4
B. Les estimations.....	7
Partie II : L'investissement en aval.....	10
A. L'équation.....	10
B. La base de données.....	12
C. La méthodologie économétrique.....	14
D. Les résultats.....	15
Conclusion.....	17
Annexe A : Indice de sécurité des droits de propriété.....	18
1. Le modèle.....	18
2. L'estimation.....	20
Annexe B : Les autres estimations.....	23
1. Les équations alternatives.....	23
2. Les différentes méthodes d'estimation.....	25
Références.....	27

Introduction

Le sujet de ce travail est l'examen de l'effet quantitatif et qualitatif de *l'insécurité des droits de propriété* sur l'investissement dans l'industrie pétrolière. Nous savons qu'en règle générale, les risques d'expropriation ont pour effet de réduire les investissements, puisque ces risques impliquent que les rendements futurs dans l'industrie sont actualisés plus fortement. Étant donné la grande intensité en capital des processus d'exploitation pétrolière, les effets sur l'investissement de l'insécurité des droits de propriété risquent d'être significatifs dans ce secteur.

La baisse d'investissement porte aussi bien sur l'investissement en amont que celui en aval. Le capital investi en amont dans l'industrie pétrolière affecte, comme nous allons le voir à travers un survol de la littérature¹, la trajectoire d'extraction des ressources, tandis que l'investissement en aval du cycle pétrolier affecte le degré d'intégration de l'industrie. C'est cette dernière question, le degré d'intégration, qui nous intéresse dans le présent travail.

En fait l'effet de la faiblesse des droits de propriété a été examiné de deux manières:

- La littérature qui porte sur les ressources naturelles arrive à la conclusion que l'absence des droits de propriété entraîne la *surexploitation* des ressources en raison du problème de libre accès². Entre autres, il y a de nombreuses études empiriques portant sur ce sujet en matière de déforestation³ ;

¹Henning Bohn et Robert T. Deacon, «Ownership Risk, Investment, and the Use of Natural Resources», *AER*, 2000, Vol. 90, No. 3, p. 526-549.

²Voir: G. J. Hardin, «The Tragedy of Commons», *Science*, 1968, p. 1243-1248; John R. Umbeck, *A Theory of Property Rights with Application to the California Gold Rush*, Ames, Iowa State University Press, 1981.

³Voir: Lee J. Alston *et al.*, «The Determinants and Impact of Property Rights: Land Titles on the Brazilian Frontier», *The Journal of Law Economics and Organization*, vol. 12, No. 1, 1996, p. 2 5-66; Robert Mendelsohn, «Property Rights and Tropical Deforestation», *Oxford Economic Papers*, vol. 46, 1994, p. 750-760; Douglas Soughtgate, «The Cases of Tropical Deforestation in Ecuador: A Statistical Analysis», *World Development*, vol. 19, No. 9, 1991, p. 1145-1151.

- La littérature qui traite de croissance économique voit dans la faiblesse des droits de propriété une raison pour la baisse de l'investissement en capital physique et humain, ce qui entrave à son tour le processus de développement économique⁴.

De plus, il a été démontré dans la littérature des ressources naturelles non-renouvelables (comme le pétrole) que si le processus d'extraction est suffisamment intensif en capital, un taux d'intérêt élevé ralentit l'extraction des ressources pétrolières⁵ (en raison de la baisse des investissements en amont du cycle pétrolier). D'autre part, l'existence d'une probabilité d'expropriation est analogue à un taux d'intérêt plus élevé et par le même argument, l'extraction des ressources comme pétrole doit être ralentie⁶.

Nous avons retenu des explications fournies ci-dessus le fait qu'il doit exister également un lien entre la sécurité des droits de propriété et l'investissement en aval de l'industrie pétrolière. En fait nous postulons que si les droits de propriétés sont bien définis, ceteris paribus, les firmes vont investir plus en capacité de raffinage et la proportion du pétrole extrait qui sera raffinée sur place par rapport à la production totale de brut augmentera. Cela signifie un degré d'intégration verticale plus élevé.

⁴ Voir: Robert Barro et Xavier Sala-i-Martin, *Economic Growth*, New York, McGraw-Hill, 1995; Robert, Barro, « Economic Growth in a Cross-Section of Countries», *Quarterly Journal of Economics*, 1991, vol. 106, No. 2, p. 407-443.

⁵ Voir: Gérard Gaudet, «Investissement optimal et coûts d'ajustement dans la théorie économique de la mine», *The Canadian Journal of Economics*, vol. 16, No. 1, 1983, p. 39-51; Y. H. Farzin, «The effect of the Discount Rate on Depletion of Exhaustible Resources», *Journal of Political Economy*, No. 92, 1984, p. 841-851; Pierre Lasserre, «Exhaustible Resource Extraction with Capital», in Antony Scott éd., *Progress in Natural Resource Economics*, Oxford, Clarendon Press, 1985, p. 178-202; Aussi voir: Ngo Van Long, «Resource Extraction Under Uncertainty about Possible Nationalization», *JET*, No. 1, , 1975, p. 42-53.

⁶ Ceci est différent du cas des ressources forestières dont l'exploitation est intensive en main d'œuvre. En fait la baisse du stock forestier, en soi, signifie le désinvestissement, ce qui implique la surexploitation.

En nous basant sur cette idée, nous proposons une équation dont la variable dépendante est le ratio de capacité de raffinage / production de brut et les variables explicatives sont, entre autres, en un indice de sécurité, le prix de pétrole, la taille de l'économie et l'importance du pétrole dans les exportations.

Pour vérifier cette proposition empiriquement, nous avons utilisé l'indice de sécurité des droits de propriété développé par Bohn et Deacon (*AER*, 2000), qui tient compte du rôle des attributs institutionnels et de la stabilité politique sur l'investissement. Nous allons montrer que cet indice est un facteur statistiquement significatif et quantitativement important, qui affecte de manière positive le ratio capacité de raffinage / production du brut. Notre résultat indique qu'une plus grande sécurité des droits de propriété implique un degré d'intégration plus élevé dans l'industrie pétrolière.

La présentation de notre travail se fera en deux parties distinctes. Dans la première partie, nous présenterons le modèle de Bohn et Deacon. Dans la deuxième partie, nous expliquerons les démarches suivies pour arriver à notre conclusion. Notamment, nous allons présenter l'équation à estimer, la base de données, la méthodologie économétrique, ainsi que les résultats des estimations.

Partie I : Le modèle de Bohn et Deacon : *l'investissement en amont*

L'étude qui a inspiré notre travail est l'article récent de Bohn et Deacon (*AER*, 2000). Les auteurs ont étudié le lien entre la sécurité des droits de propriété et l'exploitation de différentes formes de ressources naturelles.

Comme nous l'avons souligné dans l'introduction, les risques sur les droits de propriété affectent les investissements dans une économie. Étant donné le rôle important de l'investissement en matière d'exploitation des ressources naturelles, nous devons nous attendre à ce que ces risques aient des effets importants sur l'exploitation de ces ressources.

Bohn et Deacon, dans une étude complète, vérifient ce postulat empiriquement. La première étape de leur travail est le développement d'un modèle général de l'investissement en capital. Ce modèle leur permet de construire un indice de sécurité des droits de propriété. Dans un deuxième temps, ils décrivent des modèles d'exploitation des ressources pétrolières et forestières qui tiennent compte du rôle des risques des droits de propriété sur l'exploitation des ressources. Ces modèles donnent lieu aux équations qui ont été vérifiées empiriquement. Étant donné que notre travail porte uniquement sur le pétrole, nous ne présentons que leur modèle sur l'exploitation pétrolière. Ensuite nous allons présenter les résultats de leur vérification empirique.

A. La théorie

Dans ce modèle, il s'agit d'écrire un problème d'optimisation pour une firme représentative qui maximise sa valeur présente. Elle fait face à deux équations dynamiques sur l'évolution des réserves et l'évolution du capital investi. Ce problème d'optimisation donne lieu au choix des taux de production et de forage optimaux.

Avant d'aller plus loin dans le développement du modèle, définissons les variables impliquées:

D_t : le nombre cumulé de puits pétroliers à la période t ;
 E_t : les dépenses d'exploration pétrolière, qui sont une fonction croissante et convexe de $\Delta D_t (= D_{t+1} - D_t)$;
 $F(D_t)$: la quantité cumulée découverte de pétrole à la période t . Elle est une fonction croissante, bornée et concave de D_t . Ainsi nous aurons: $F(0)=0$, $F' > 0$, $F'' < 0$;
 R_t : les réserves prouvées à la période t ;
 Z_t : la quantité produite (extraites) à la période t ;
 C_t : le coût de production du pétrole à la période t ;
 K_t : le capital spécialisé pour l'exploitation du pétrole (l'exploration et la production) à la période t ;
 I_t : l'investissement brut à la période t ;
 p_t : le prix du pétrole (exogène);
 π_t : la probabilité de l'événement d'expropriation;
 ξ_t : la réalisation de l'événement d'expropriation;
 δ : le taux dépréciation du capital.

Ainsi nous aurons les deux équations dynamiques suivantes:

$$R_{t+1} - R_t = F(D_{t+1}) - F(D_t) - Z_t \quad (1)$$

$$K_{t+1} - K_t = I_t - \delta K_t \quad (2)$$

L'équation (1) indique que les réserves prouvées de la période sont augmentées par les découvertes de la période $(F(D_{t+1}) - F(D_t))$ et réduites par la production de la période (Z_t) .

L'équation (2) définit l'investissement net $(K_{t+1} - K_t)$ comme l'investissement brut (I_t) moins la dépréciation du capital (δK_t) .

La firme représentative choisit Z_t , I_t , ΔD_t afin de maximiser sa valeur présente, soit:

$$\sum_{t=0}^{\infty} [1/(1+r)]^t \Pi_t$$

$$\text{où } \Pi_t = p_t \cdot Z_t - C_t \cdot Z_t - I_t - E_t (\Delta D_t)$$

Les conditions de premier ordre de ce problème nous disent que:

- le revenu marginal net de l'extraction du pétrole doit être égal à la valeur présente espérée de ses rendements futurs s'il restait en terre;
- le coût marginal du capital spécialisé de l'exploitation pétrolière doit être égal à la valeur présente espérée de son revenu marginal.

Bohn et Deacon montrent que ces conditions peuvent donner les formes réduites suivantes:

$$Z_{t+1}/R_{t+1} = Z(p_{t+1}, \pi_{t+1}, K(p_t, \pi_t)) \quad (3)$$

$$\Delta D_{t+1} = D(p_t, \pi_t, R_t, F(D_t)). \quad (4)$$

L'équation (3) exprime la production future en tant qu'une fonction du prix, des risques sur les droits de propriété (la probabilité d'expropriation: π_t) et du capital déjà investi.

L'équation (4) exprime les variations dans les forages pétroliers comme une fonction du prix du pétrole et des risques sur les droits de propriété (la probabilité d'expropriation: π_t).

B. Les estimations

Les équations obtenues de ce modèle, ont été vérifiées empiriquement. L'estimation s'est basée sur un échantillon de 27 pays, pour les années 1957-1988. Nous allons résumer les résultats de Bohn et Deacon dans ce qui suit.

Pour ce qui est la production, l'équation estimée, basée sur la relation (3), est la suivante:

$$\ln(Z_t/R_t) = \beta_0 + \beta_1 \Pi_t + \beta_2 \ln(p_t) + \beta_3 OPEP_dummy + \beta_4 \ln(API_gravity) + \beta_5 \ln(Depth) + \beta_6 t$$

Où Π_t est l'indice de sécurité des droits de propriété développé par Bohn et Deacon; $API_gravity$ est l'indice de qualité de pétrole tiré de *American Petroleum Institute*; $Depth$ est la profondeur des puits; $OPEP_dummy$ est un vecteur de variables dichotomiques pour certains pays membres de l'OPEP et t est une tendance linéaire.

Les coefficients et leurs statistiques de *Student* sont présentés au Tableau 1.

Variable dépendante	Ln (output/réserve)	
Les variables explicatives	Coefficient	Statistique-t
Π_t (l'indice de sécurité)	0,0647	9,12
$Ln(p_t)$	0,1129	2,010
Dummy pour les membres d'OPEP (<i>OPEP_dummy</i>)		
–Algérie	-0,2370	-1,20
–Équateur	-0,4542	2,350
–Indonésie	-0,2124	-1,11
–Iran	-0,7128	-3,66
–Iraq	-0,9357	-4,92
–Arabie Saoudite	-0,8157	-4,08
$Ln(API_gravity)$	0,0375	0,27
$Ln(Depth)$	-0,1640	-2,06
t	-0,0052	-1,19
Constante	7,5388	0,88
$R^2 = 0,22$		

Tableau 1.

Les auteurs ont trouvé que le coefficient de l'indice de sécurité est 0.0647 et qu'il est statistiquement très significatif (la statistique de *Student* est 9,12). Cela veut dire que l'augmentation d'un point de l'indice de sécurité des droits de propriété est accompagnée par un accroissement de la production pétrolière de près de 6,5%. Ce résultat confirme l'hypothèse des auteurs selon laquelle les risques sur les droits de propriété ralentissent la production des ressources dont l'exploitation est intensive en capital.

Pour ce qui est l'exploration, l'équation estimée, basée sur la relation (4), est la suivante:

$$\begin{aligned} \ln(\text{puits/an}) = & \beta_0 + \beta_1 \Pi_t + \beta_2 \ln(R_t) + \beta_3 \ln(p_t) + \beta_4 \text{OPEP} + \beta_5 \ln(\text{API_gravity}) \\ & + \beta_6 \ln(\text{Depth}) + \beta_7 t \end{aligned}$$

Les coefficients et leurs statistiques de *Student* sont présentés au Tableau 2.

La variable dépendante	Ln(puits/an)	
Les variables explicatives	Coefficient	Statistique-t
Π_t (l'indice de sécurité)	0,1377	8,82
Abondance géologique (R_t) ⁷	5,2052	11,74
$\ln(p_t)$	0,6380	6,36
OPEP	-0,4594	-2,56
$\ln(\text{API_gravity})$	-1,4822	-5,7
$\ln(\text{Depth})$	0,7585	21,30
t	-0,0226	2,95
Constante	50,7324	3,41
$R^2 = 0,54$		

Tableau 2.

Nous voyons qu'ici le coefficient de l'indice de sécurité est 0,1377. Donc un point de plus sur l'indice de sécurité a pour effet d'accroître le nombre de puits pétroliers forés par année, de près de 14 %. Le coefficient de l'indice est fortement significatif (la statistique de *Student* est 8,82). Nous voyons que l'hypothèse des auteurs est encore confirmée.

⁷ Pour simplifier la notation, nous avons utilisé le symbole R_t pour l'indice d'abondance géologique, construit par Bohn et Deacon. Cet indice se base, entre autre, sur la somme des réserves pétrolières de chaque pays.

Partie II : L'investissement en aval

Notre intention dans ce travail, comme nous l'avons écrit auparavant, est de procéder à une vérification empirique des effets de la faiblesse des droits de propriétés sur le niveau d'investissement en aval du cycle pétrolier.

Les résultats empiriques que nous avons vus dans les pages précédentes ont montré que les risques sur les droits de propriété affectent de manière négative l'investissement en amont du cycle pétrolier. Cette baisse d'investissement en amont affecte à son tour la trajectoire d'extraction des ressources.

Nous pensons que l'effet des risques des droits de propriété sur les investissements en aval du cycle pétrolier doit se manifester à travers l'organisation de l'industrie: on peut s'attendre que, si les droits de propriété sont bien définis, *ceteris paribus*, les investissements dans le raffinage seront plus élevés. Il s'agit alors d'une augmentation du degré d'intégration verticale dans l'industrie.

A. L'équation

Pour vérifier les propos ci-dessus, nous proposons la relation suivante:

$$\Gamma / Z = \Gamma / Z (p_{t-1}, X_f / X_t, C_{nrj}, \Pi_t, R_t, OPEP, t) \quad (5)$$

Où les variables impliquées et leurs symboles sont les suivants:

Γ : la capacité de raffinage;

Γ / Z : le ratio capacité raffinage/production du brut;

Π_t : l'indice de sécurité;

p_{t-1} : le prix du brut;

X_f / X_t : le ratio exportations de fuel/ exportations totales ;

C_{nrj} : l'utilisation commerciale de l'énergie;

$OPEP$: une variable dichotomique prenant la valeur 1 s'il s'agit d'un membre de l'OPEP, 0 sinon;

R_t : les réserves prouvées en pétrole;

t : une tendance linéaire.

Nous pouvons justifier l'inclusion de ces variables comme suit:

Indice de sécurité (II_t): l'indice de sécurité des droits de propriété est celui développé par Bohn et Deacon. Il est spécialement conçu pour tenir compte des effets des risques des droits de propriétés sur l'investissement. Etant donné les discussions précédentes, nous nous attendons à ce que le coefficient de cet indice soit positif;

Prix (p_{t-1}): nous contrôlons pour le prix du brut avec un retard d'une période. Nous nous attendons à ce que le coefficient du prix du brut soit positif;

Exportation de fuel/exportations totales (X_f / X_t): notre échantillon contenait des pays très différents en ce qui concerne l'importance de leurs secteurs pétroliers, (e. g. Japon et l'Arabie Saoudite). C'est pourquoi nous avons utilisé cette variable, en tant que *proxy* pour l'importance des secteurs pétroliers dans l'économie, afin de contrôler pour ces différences. Nous pensons que le signe de cette variable doit être négatif;

Utilisation commerciale de l'énergie (C_{nrj}): cette variable est une variable *proxy* pour la consommation interne des produits pétroliers. Il est vrai que la consommation interne affecte le ratio capacité raffinage/production du brut de manière indépendante de la question de la sécurité des droits de propriété. Nous nous attendons à ce que le coefficient de cette variable soit positif;

Réserves prouvées (R_t): nous postulons que, *ceteris paribus*, plus les réserves d'une économie sont importantes, plus le rapport capacité raffinage/production du brut va être faible. Le signe du coefficient de cette variable devrait donc être négatif;

OPEP : le modèle présenté dans les pages précédentes fait hypothèse d'un comportement concurrentiel pour la firme représentative. Cependant nous savons

que les membres de l'OPEP ont influencé le prix mondial du brut durant la période examinée et leur présence dans notre échantillon viole cette hypothèse du modèle. C'est pourquoi nous contrôlons pour les membres de l'OPEP avec une variable dichotomique;

Tendance (t) : Nous avons inclus une tendance linéaire dans notre équation.

B. La base de données

Nous avons construit une base de données de 660 observations. L'échantillon contient 32 pays. Le critère de choix a été une production pétrolière de plus de 1000 barils par jours. Cet échantillon contient des pays très variés, de grands producteurs pétroliers aux pays importateurs nets du pétrole. Les pays ont été suivis sur 21 ans, de 1968 à 1988.

La source des données pétrolières est le *Oil and Gas Journal*⁸. Nous n'avons pas eu accès aux séries temporelles de la base de données de *PennWell Publication*, mais les publications annuelles de cette revue nous ont permis de construire les séries.

Nous avons construit les séries concernant les réserves pétrolières prouvées (évalué en 1000 milliards de barils de pétrole), la capacité de raffinage (en 1000 barils par jour), ainsi que la production de brut (en 1000 barils par jour) pour chaque économie dans l'échantillon. La série sur les réserves nous a servi d'une variable de contrôle. Les deux autres séries, c'est à dire la capacité de raffinage ainsi que la production de brut, nous ont permis de construire les observations concernant la variable dépendante: capacité de raffinage / production de brut. Nous précisons que mis à part l'indice de sécurité et évidemment la tendance, toutes les autres données ont été transformées en logarithme naturel.

⁸ *Oil and Gas Journal*, Tulsa, OK: PennWell Publication Co.

La source des séries sur la Consommation commerciale de l'énergie (C_{nrj} ; le titre original de la série est «*Commercial energy use: kg of oil equivalent per capita*») ainsi que le rapport exportations de fuel / exportations totales (X_f / X_t ; le titre original de la série est «*Fuel exports: % of merchandise exports*») est la base de données de la Banque mondiale: *Les Indicateurs Économiques de Développement*.

Le prix du pétrole est en dollar constant et l'année de base est 1973 (*Constant \$ Price Index, 1973=100*). Il s'agit d'un indice global du prix du brut qui est normalisé pour tenir compte des différences de prix qui existent selon les différentes qualités de pétrole brut (la source de la série est : *U.S. Department of Energy*).

Nos données étaient annuelles mais nous les avons transformées en moyenne mobile de 5 ans. En effet, ces données contiennent certaines fluctuations brutales de court terme, notamment en ce qui concerne les réserves et les productions annoncées. Elles sont souvent dues à des réajustements ou des réévaluations. C'est pourquoi il est plus raisonnable de se baser sur les moyennes des variables pour une période de 5 an. Pour ne pas perdre d'observations, nous avons utilisé des moyennes mobiles.

C. La méthodologie économétrique

La structure de nos données a été en coupe transversale – séries temporelles. Nous avons utilisé différentes méthodes d'estimation, ainsi que les tests de spécification disponibles. Enfin, nous avons opté pour la méthode de *Panel Corrected Standard Error* (PCSE) avec une correction pour l'autocorrection PSAR(1).

Il s'agit d'utiliser la méthode des moindres carrés généralisés faisable (FGLS) en faisant l'hypothèse qu'il existe de l'hétéroscédasticité ainsi que de l'autocorrélation d'ordre un spécifique à chaque panel.

Nous avons privilégié cette méthode par rapport aux autres options pour plusieurs raisons. Premièrement, il est évident qu'il n'est pas réaliste de faire l'hypothèse d'homoscédasticité pour les panels. Deuxièmement, nous ne pouvons pas écarter la possibilité qu'il existe de l'autocorrélation dans les résidus (en raison de la structure de notre base de données, qui est en moyenne mobile). Cependant il n'est pas réaliste de supposer que le coefficient de corrélation est le même pour tous les panels. En effet notre base de données contient des observations concernant des pays très différents, pour lesquels les facteurs non-observables affectant les résidus risquent de ne pas suivre le même processus. C'est pourquoi nous avons supposé que les résidus de chaque panel sont hétéroscédastiques et suivent un processus AR spécifique. C'est-à-dire:

$$e_{it} = \alpha_i e_{it-1} + z_{it}, \quad \alpha_i < 1.$$

Enfin, nous tenons à préciser que le coefficient qui nous intéresse (Indice de sécurité) et son degré de signification ne changent pas beaucoup suite à l'utilisation d'autres méthodes d'estimation. Le lecteur intéressé peut se référer à l'Annexe B de ce travail, pour ces autres résultats.

D. Les résultats

En se basant sur la relation (5), nous avons estimé l'équation suivante:

$$\ln(\Gamma / Z) = \beta_0 + \beta_1 \ln(p_{t-1}) + \beta_2 \ln(X_f / X_t) + \beta_3 \ln(C_{nri}) + \beta_4 \Pi_t + \beta_5 \ln(R_t) + \beta_6 OPEP + \beta_7 t$$

Les coefficients ainsi que les écart-types et l'intervalle de confiance sont présentés au Tableau 3.

Variables	Coef.	Écart-type	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
$\ln(p_{t-1})$	.1693312	.0687363	2.46	0.014	.0346106	.3040519
$\ln(X_f / X_t)$	-.181543	.0442261	-4.10	0.000	-.2682246	-.0948614
$\ln(C_{nri})$	.521428	.1700983	3.07	0.002	.1880414	.8548146
Π_t	.085265	.0318036	2.68	0.007	.0229311	.147599
$\ln(R_t)$	-.1442349	.0693944	-2.08	0.038	-.2802453	-.0082244
<i>OPEP</i>	-1.259273	.5237382	-2.40	0.016	-2.285781	-.2327648
<i>t</i>	-.0294415	.0078449	-3.75	0.000	-.0448173	-.0140657
Constante	55.77921	14.98919	3.72	0.000	26.40093	85.1575
R ² = 0.2669						

Tableau 3.

Nous voyons que tous les coefficients ont le signe attendu et ils sont tous significatifs au moins au niveau de 5 pourcent. Nous pouvons interpréter ces résultats de manière suivante :

– le coefficient de $Ln(p_{t-1})$: ce coefficient est une élasticité. Donc nous pouvons dire qu'un pourcent de plus sur le prix du pétrole augmente le ratio capacité de raffinage/production de brut de 16,9 %.

– le coefficient de $Ln(X_p/X_t)$: ce coefficient nous dit que si la part des exportations pétrolières dans les exportations totales de l'économie augmente d'un pourcent, le ratio diminue de 18,2 %.

– le coefficient de $Ln(C_{nrj})$: il est très significatif, bien qu'il soit quantitativement plus important que ce à quoi nous nous attendions. Un pourcent de plus à la consommation interne d'énergie implique 52% de plus au ratio. L'importance quantitative de ce coefficient s'explique probablement par le fait que cette variable contrôle également pour un autre facteur, soit le niveau de développement de l'économie en général;

– le coefficient de t : le résultat montre que la tendance du ratio est à la baisse: il diminue, toute chose égale par ailleurs, de 2,9% chaque année;

– le coefficient de $Ln(R_t)$: nous voyons qu'un pourcent de plus de réserves est accompagné d'une diminution du ratio de 14,4 pourcent. Le signe est celui auquel nous nous attendions;

– le coefficient de l'*OPEP* : les membres de l'OPEP ont un ratio plus petit. Ceci peut s'expliquer par l'importance de leur production de brut qui implique, *ceteris paribus*, une baisse du ratio;

– le coefficient de Π_t : nous constatons que le coefficient de l'indice de sécurité des droits de propriété est positif et significatif au niveau de 1 pourcent. Nous déduisons qu'un point de plus sur la sécurité des droits de propriété implique un accroissement de 8,5 % du ratio de capacité de raffinage / production. Cet effet est quantitativement important étant donnée la moyenne et la variance de l'indice de sécurité. La moyenne de cet indice est 12,5 et sa variance est 4,2. Or nous pouvons dire que si l'indice de sécurité d'un pays augmente d'une fois la variance, le ratio augmente de plus de 35%.

Ce résultat empirique confirme notre prédiction basée sur l'idée de la prise en compte de l'investissement dans l'organisation de l'industrie pétrolière : si la sécurité des droits de propriété augmente, le degré d'intégration de l'industrie augmente.

Conclusion

Nous avons vu, à travers cette étude, comment la sécurité des droits de propriétés affecte la manière dont les ressources pétrolières d'une économie sont utilisées. La conclusion principale de ce travail est que les risques sur les droits de propriété font baisser les investissements en aval du secteur pétrolier, comme c'était le cas en amont. La baisse des investissements en aval affecte de manière négative le degré d'intégration verticale de l'industrie.

Nous pensons que ce résultat préliminaire, qui montre l'impact de la sécurité des droits de propriété sur les changements structurels d'une économie, indique qu'une politique économique conduisant à une productivité plus grande de l'économie doit fournir avant tout ce bien public qu'est l'ordre et la sécurité. Bien évidemment, d'autres études plus approfondies et plus complètes sont nécessaires pour établir plus précisément les interactions entre l'ordre et la sécurité, l'investissement, la productivité, ainsi que le développement économique.

Annexe A : Indice de sécurité des droits de propriété

L'indice de sécurité des droits de propriété que nous avons utilisé dans ce travail, est construit par Bohn et Deacon. Nous pensons qu'il est nécessaire de fournir certaines explications le concernant.

Les auteurs élaborent d'abord un modèle général d'investissement en capital. Ils définissent un problème de maximisation de la valeur présente pour une firme représentative opérant en concurrence parfaite dans un environnement de petite économie ouverte. La firme considérera le taux d'intérêt mondial (r_t) ainsi que le prix de l'output (p_t) comme donnés. Le modèle prend en compte les risques sur les droits de propriété auxquels la firme fait face.

1. Le modèle

Nous définissons en premier lieu les variables impliquées dans ce modèle:

r_t : le taux d'intérêt mondial, exogène pour la firme représentative;

p_t : le prix de l'output, également exogène;

ξ_t : l'événement d'expropriation, elle prendra la valeur de 1 en cas d'expropriation, 0 sinon;

π_t : la probabilité d'expropriation;

N_t : la force de travail, qui croît au taux exogène n ;

H_t : le capital humain, c'est à dire le niveau de la qualification des travailleurs;

$g_H(\mathbf{x}_t, H_t)$: le taux de croissance du capital humain, qui dépend de H_t et d'autres facteurs captés par \mathbf{x}_t .

K_t : le capital déjà investi jusqu'à la période t ;

I_t : l'investissement brut en capital à la période t ;

$c(I_t/K_t)$: le coût unitaire d'ajustement de capital;

δ : le taux de dépréciation du capital;

Y_t : l'output qui est produit à l'aide d'une fonction de production Cobb-douglas:

$$Y_t = (N_t H_t)^\alpha \cdot K_t^{1-\alpha}$$

Nous pouvons écrire les équations dynamiques de l'évolution du capital physique et de l'évolution du capital humain de la manière suivante:

$$H_{t+1} - H_t = g_H(\mathbf{x}_t, H_t) H_t \quad (\text{A-1})$$

$$K_{t+1} - K_t = I_t - \delta K_t \quad (\text{A-2})$$

L'agent représentatif dans cette économie est à la fois un investisseur et un fournisseur de travail. Cet agent choisit une trajectoire d'investissement qui maximise la valeur présente de ses profits intertemporels en tenant compte de la possibilité que ses profits futurs soient expropriés.

Ainsi la fonction de valeur de ce problème, $V(K_t, N_t, H_t, \mathbf{x}_t, \pi_t, \zeta_t)$, est définie de manière suivante:

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} [1/(1+r)]^t \{ (N_t, H_t)^\alpha K_t^{1-\alpha} - [K_{t+1} - K_t \cdot (1 - \delta)] \cdot c(K_{t+1}/K_t - (1-\delta)) \}$$

La condition de premier ordre de ce problème est:

$$c'(I_t/K_t) + I_t/K_t \cdot c''(I_t/K_t) = (1/(1+r)) \cdot \sum V_k$$

(V_k est la dérivée partielle de V par rapport à K_t .)

Cette condition implique que le coût marginal du capital (K_t) doit être égal à la valeur espérée actualisée du rendement de ce capital.

Cette condition de premier ordre peut nous donner la forme réduite suivante:

$$K_{t+1} = K(K_t, N_t, H_t, \mathbf{x}_t, \pi_t, \zeta_t) \quad (\text{A-3})$$

Les auteurs ont réarrangé la condition (A-3), en utilisant la fonction de production, pour avoir une équation qui est plus facilement estimable avec les données disponibles, soit:

$$(I_t/Y_t) = I(Y_t/N_t, H_t, \mathbf{x}_t, \pi_t, \zeta_t) \quad (\text{A-4})$$

2. L'estimation

L'équation (A-4) nous indique que le ratio investissement / output (I_t/Y_t) est une fonction de l'output *per capita* (Y_t/N_t), du niveau du capital humain (H_t), des autres facteurs affectant l'investissement (x_t), ainsi que de la probabilité d'expropriation (π_t).

Les auteurs ont utilisé les indicateurs suivants dans leur estimation:

H_t : la proportion des personnes détenant le certificat des études secondaires dans la population (variable *proxy*).

x_t : le ratio Somme des importations et des exportation / PIB, (variable *proxy*). Ce choix est motivé par le fait que certains modèles économiques suggèrent que le degré d'ouverture d'une économie est un bon indicateur pour le taux de croissance de ses ressources humaines.

π_t : elle est mesurée par deux sortes de variables politiques:

- le régime politique;
- les indicateurs d'instabilité.

En ce qui concerne le régime politique, les auteurs ont défini 5 variables qualitatives pour couvrir 6 formes de gouvernement. Un résumé des statistiques descriptives sur ce sujet sont présentée dans le Tableau 4.

R1. Démocratie parlementaire	30,7 % de l'échantillon.
R2. Démocratie non-parlementaire	17,9 % de l'échantillon.
R3. Dominance du pouvoir exécutif	24,9% de l'échantillon.
R4. Dictature militaire	10,2 % de l'échantillon.
R5. Monarchie	6,2 % de l'échantillon.
R6. Le reste	10,1 % de l'échantillon.

Tableau 4.

Les auteurs ont fait l'hypothèse que les risques sont élevés si le gouvernement au pouvoir est trop faible et instable pour pouvoir faire respecter les lois et les réglementations ou pour mettre en œuvre des politiques économiques fiables. Ils ont introduit cette idée dans l'estimation à l'aide des variables qui mesurent des événements comme les révolutions, les changements constitutionnels, *etc.* Nous présentons un résumé des statistiques descriptives sur ce sujet au Tableau 5.

Variabiles	Moyenne	Ecart-type
Politiques		
—Révolution	0,1424	0,3495
—Changement constitutionnel	0,0852	0,2792
—Assassinat politique	0,0953	0,2937
—Guerre civile	0,1875	0,3904
Economiques		
Investissement/output	16,59	9,12
Output réel/travailleur	8,879	8,366
Les études secondaires	0,0288	0,0244
Ouverture	56,65	38,74

Tableau 5.

En ce qui concerne les variables politiques, les auteurs ont utilisé la base de données de *Arthur S. Banks*. Cette base de données très riche contient des données quantitatives et qualitatives à l'échelle mondiale sous forme de séries temporelles, notamment sur les événements politiques et les changements constitutionnels. Les auteurs ont tiré les données concernant l'investissement, le PIB et la force de travail de la version de 1996 de *Penn World Table* (Summers et Hudson, 1995).

L'estimation de l'équation empirique de l'investissement est faite à l'aide d'un échantillon en Panel *Cross-Country / Time-Series*. Ensuite, les auteurs forment la série temporelle de l'indice de sécurité des droits de propriété de chaque pays, en prenant la somme des produits des variables politiques avec leurs coefficients. L'indice de sécurité décroît avec la probabilité d'expropriation (π_i). La moyenne de cet indice est 12,55 et sa variance est 4,22. Il a été en moyenne fortement décroissant entre les années 1955 et 1977.

Annexe B : Les autres estimations

Nous pensons qu'un bref résumé des résultats des autres estimations que nous n'avons pas retenues, peut être utile.

1. Les équations alternatives

Tableau 6: Nous n'avons pas contrôlé pour les réserves pétrolières (R_t), de sorte que l'équation est devenue:

$$\ln(\Gamma / Z) = \beta_0 + \beta_1 \ln(p_{t-1}) + \beta_2 \ln(X_f / X_t) + \beta_3 \ln(C_{nrj}) + \beta_4 \Pi_t + \beta_5 OPEP + \beta_6 t$$

Variables	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
$\ln(p_{t-1})$	.1624779	.0762099	2.13	0.033	.0131092	.3118465
$\ln(X_f / X_t)$	-.2262826	.0455464	-4,97	0.000	-.3155519	-.1370133
$\ln(C_{nrj})$	.8174711	.2465055	3.32	0.001	.3343293	1.300613
Π_t	.0727705	.0335205	2.17	0.030	.0070716	.1384694
OPEP	-1.776249	.37407	-4.75	0.000	-2.509413	-1.043086
t	-.0413908	.0107286	-3.86	0.000	-.0624184	-.0203632
Constante	75.66459	20.37414	3.71	0.000	35.73201	115.5972
R ² = 0.2890						

Tableau 6.

Tableau 7: Nous n'avons pas contrôlé pour la part des exportation de fuel dans les exportations totales (X_f/X_t) et l'OPEP, de sorte que l'équation est devenue :

$$\ln(\Gamma / Z) = \beta_0 + \beta_1 \ln(p_{t-1}) + \beta_2 \ln(C_{nrj}) + \beta_3 \Pi_t + \beta_4 \ln(R_t) + \beta_5 t$$

Variables	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
<i>Ln(p_{t-1})</i>	.0292061	.0535037	0.55	0.585	-.0756592	.1340714
<i>Ln(R_t)</i>	-.2796435	.0546947	-5.11	0.000	-.3868431	-.1724439
<i>Ln(C_{nrj})</i>	.9209272	.1477547	6.23	0.000	.6313334	1.210521
<i>Π_t</i>	.1082062	.0358783	3.02	0.003	.037886	.1785264
<i>t</i>	-.0373072	.0068421	-5.45	0.000	-.0507174	-.0238969
Constante	70.57164	13.04634	5.41	0.000	45.00129	96.142
R ² = 0.3240						

Tableau 7.

2. Les différentes méthodes d'estimation

Comme nous avons vu, la structure de nos données est en panel. La forme générale des modèles économétriques qui s'appliquent dans ce cas est la suivante :

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_i + e_{it}$$

Il existe différentes méthodes d'estimation en la matière. Nous présenterons ici les résultats de certaines de ces méthodes.

Un modèle en panel peut être estimé sous deux hypothèses différentes:

- le panel aux effets fixes (FE)
- le panel aux effets aléatoires (RE)

L'hypothèse de base d'un modèle aux effets fixes est que les résidus spécifiques de coupe transversale, les u_i , sont fixes et peuvent être corrélés avec les variables explicatives. Le panel aux effets aléatoires exige quant à lui que les u_i soient des réalisations aléatoires. Le test de spécification de Hausman nous a indiqué que la méthode aux effets fixes est préférable. Dans le Tableau 8, nous mentionnons les résultats obtenus par ces deux méthodes.

De plus nous avons utilisé la méthode de *Population Averaged Panel-data Models* (GEE). Cette méthode produit une estimation basée sur les hypothèses des *effets aléatoires* en tenant compte de l'hétéroscédasticité.

Une autre méthode estimation, le *Maximum Likelihood panel-data Estimation* (MLE), se base encore sur les hypothèses des effets aléatoires. Cependant elle produit des estimateurs avec les propriétés de maximum de vraisemblance.

Nous avons également effectué une estimation avec la méthode des moindres carrés généralisés faisable, FGLS. Dans ce cas nous avons corrigé seulement pour une hétéroscédasticité spécifique aux panels.

Enfin, nous avons utilisé une régression avec les écart-types robustes à la présence d'hétéroscédasticité (RSE).

Le Tableau 8 résume les résultats obtenus de nos estimations en utilisant les méthodes précitées. (** : Le coefficient est significatif au niveau de 5 pourcent.)

Méthode Variable	RE-GLS	FE-Within	GEE	ML	FGLS	R-RSE
$Ln(p_{t-1})$	0,26**	0,22**	0,26**	0,26**	0,18**	0,25**
$Ln(X_f/X_t)$	-0,35**	-0,35**	-0,35**	-0,35**	0,008	-0,30**
$Ln(C_{nrj})$	0,90**	1,33**	0,91**	0,90**	0,56**	0,67**
$Ln(R_t)$	-0,32**	-0,16**	-0,31**	-0,31**	-0,63**	-0,58**
Π_t	0,08**	0,10**	0,08**	0,08**	0,10**	0,09**
<i>OPEP</i>	-0,34	<i>dropped</i>	-0,36	-0,35	-0,29**	0,31
<i>t</i>	-0,03**	-0,04**	-0,03**	-0,03**	-0,01**	-0,02**
Constante	56,00**	68,63**	56,62**	56,25**	26,28**	49,85**
R ²	0.6865	0,5303	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.

Tableau 8.

Références

- Alston, Lee J. *et al.*, «The Determinants and Impact of Property Rights: Land Titles on the Brazilian Frontier», *The Journal of Law Economics and Organization*, 1996, vol. 12, No. 1, p. 25-61.
- Bank, Arthur S., *Cross-national time-series data archive*, Center for Social Analysis, Binghamton, NY: State University of New York, 1979.
- Barro, Robert et Xavier, Sala-i-Martin, *Economic Growth*, New York: McGraw-Hill, 1995.
- Bohn, Henning et Robert T., Deacon «Ownership Risk, Investment, and the Use of Natural Resources», *American Economic Review*, 2000, vol. 90, No. 3, p. 526-549.
- Gaudet, Gérard, «Investissement optimal et coûts d'ajustement dans la théorie économique de la mine», *Canadian Journal of Economics*, 1983, vol. 16, No. 1, p. 39-51;
- Farzin, Y. H., «The effect of the Discount Rate on Depletion of Exhaustible Resources», *Journal of Political Economy*, 1984, vol. 92, p. 841-851;
- Hardin, G. J., « The Tragedy of Commons», *Science*, 1968, p. 1243-1248;
- Lasserre, Pierre, «Exhaustible Resource Extraction with Capital», in Antony Scott éd., *Progress in Natural Resource Economics*, Oxford: Clarendon Press, 1985, p. 178-202.
- Long, Ngo Van, «Resource Extraction Under Uncertainty about Possible Nationalization», *Journal of Economic Theory*, 1975, No. 1, p. 42-53.
- Mendelsohn, Robert, «Property Rights and Tropical Deforestation», *Oxford Economic Papers*, vol. 46, 1994, p. 750-760.
- Oil and Gas Journal*, Tulsa, OK, PennWell Publishing Co., 1968-88.
- Oil and Gas Journal Database*, International energy source book, Tulsa, OK: PennWell Publishing Co., 1993.
- Summers, Robert et Alan Hudson, «The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988», *Quarterly Journal of Economics*, 1991, vol. 106, No. 2, p. 327-368.
- Umbeck John R., *A Theory of Property Rights with Application to the California Gold Rush*, Ames: Iowa State University Press, 1981.

