

UNIVERSITE DE MONTREAL

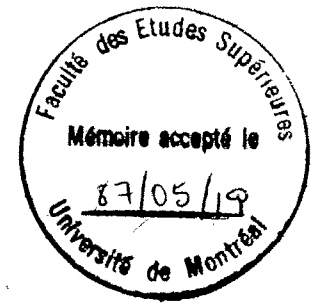
ESTIMATION DE LA DEMANDE DE GAZ NATUREL  
DANS LES PRINCIPAUX GROUPES D'INDUSTRIES  
MANUFACTURIERES AU CANADA: UNE APPROCHE  
PAR BOX-COX

PAR

PASCAL FARAHMAND  
DEPARTEMENT DES SCIENCES ECONOMIQUES  
FACULTE DES ARTS ET DES SCIENCES

MEMOIRE PRESENTE A LA FACULTE DES ETUDES  
SUPERIEURES EN VUE DE L'OBTENTION DU  
GRADE DE MAITRE ES SCIENCE (M.Sc)

JANVIER 1987



Centre de ...

DEC 17 1987

Sciences économiques

TABLE DES MATIERES

|   |     |
|---|-----|
| SOMMAIRE.....   | iii |
| INTRODUCTION.....   | 1   |
| PARTIE I: CADRE GENERAL.....  | 3   |
| Chapitre I: L'évolution de l'industrie du gaz naturel.....                                      | 4   |
| Chapitre II: La demande de gaz naturel au Canada.....   | 7   |
| Chapitre III: La demande de gaz naturel dans les industries.....                                | 9   |
| PARTIE II: CONCEPTS DE LA DEMANDE DE FACTEUR DE PRODUCTION....                                  | 11  |
| Chapitre IV: Demande de facteur de production....   | 13  |
| a)- Fonction de demande de facteur.....   | 13  |
| b)- Dérivation de la demande d'un facteur à partir de la théorie sur la dualité économique..... | 14  |
| Chapitre V: Les élasticités.....  | 17  |
| a)- Elasticité-prix.....  | 17  |
| b)- Elasticité-croisée.....   | 18  |
| c)- Elasticité-revenu.....  | 19  |
| d)- Elasticité partielle de substitution.....   | 19  |
| Chapitre VI: La dynamique de la demande.....  | 21  |
| a)- Le coût d'usage du capital.....   | 22  |
| b)- Les coûts d'ajustement.....   | 23  |
| c)- La demande dynamique de facteur.....  | 24  |
| PARTIE III: MODELES DE DEMANDE D'ENERGIE.....   | 28  |
| Chapitre VII: Les principales approches.....  | 30  |
| a)- Approche structurelle.....  | 30  |
| b)- Approche par les formes réduites.....   | 31  |
| Chapitre VIII: Modèles statique et dynamique.....   | 33  |
| a)- Modèles statiques.....  | 33  |
| b)- Modèles dynamiques.....   | 34  |
| Chapitre IX: Formes fonctionnelles.....   | 38  |
| a)- Spécification de la fonction de demande.....  | 38  |
| b)- Les formes flexibles.....   | 40  |

|  |     |
|--|-----|
| PARTIE IV: LE MODELE.....  | 44  |
| Chapitre X: Dérivation de la fonction de demande de gaz.....       | 46  |
| Chapitre XI: Les hypothèses sous-jacentes.....                     | 53  |
| Chapitre XII: La définition des variables.....                     | 58  |
| a)- Les variables-prix.....  | 58  |
| b)- Les autres variables.....                                      | 62  |
| PARTIE V: CADRE EMPIRIQUE.....                                     | 65  |
| Chapitre XIII: Méthode et procédure d'estimation.....              | 67  |
| a)- Méthode d'estimation.....                                      | 67  |
| b)- procédure d'estimation.....                                    | 69  |
| Chapitre XIV: Cadre méthodologique.....                            | 73  |
| - Groupes d'industries étudiés.....                                | 76  |
| - Les attentes.....  | 78  |
| Chapitre XV: Les résultats.....                                    | 82  |
| a)- Les principaux résultats.....                                  | 82  |
| b)- Résultats Groupe par groupe.....                               | 87  |
| CONCLUSION.....  | 103 |
| ANNEXES.....   | 107 |
| Annexe 1: Liste des symboles.....                                  | 108 |
| Annexe 2: Approximation des élasticités de long terme.....         | 110 |
| Annexe 3: La base de donnée.....                                   | 112 |
| Annexe 4: Transformation et utilisation du fichier de données..... | 116 |
| BIBLIOGRAPHIE.....   | 130 |
| REMERCIEMENTS.....   | 133 |

SOMMAIRE

Le but du présent travail est l'estimation de la demande de gaz naturel dans les principaux groupes d'industries manufacturières situés dans les principales provinces manufacturières canadiennes à savoir le Québec, l'Ontario et la Colombie-Britannique. L'étude est cependant divisée en quatre sections distinctes.

Le cadre général est, en fait, une brève description de l'évolution de l'industrie ainsi que de la demande de gaz naturel au Canada. Cette section permettra au lecteur de mieux comprendre le contexte dans lequel cette étude pourrait être utile.

Dans les sections II et III on décrit tout d'abord le cadre théorique de l'étude. On dérive ensuite la forme générale de la demande de gaz naturel à partir de la théorie sur la dualité économique et en utilisant des concepts tels que le coût d'usage du capital [Jorgenson(1963,1967)], le coût d'ajustement [Treadway (1969)] et la demande dynamique de facteur de production [Berndt, Fuss et Waverman(1979)]. On discutera également des modèles de Balestra (1967) et Houthakker et Taylor (1970) qui ont utilisé des modèles de demande dynamique, ceci servant de tremplin à la quatrième et dernière partie de l'étude.

Enfin dans la dernière section, utilisant comme point de départ des modèles précédemment cités, on développe l'équation de demande de gaz en appliquant des transformations Box-Cox sur les variables. L'utilisation d'une telle approche est justifiée par le fait que la forme fonctionnelle de l'accélérateur flexible

semble relativement complexe et qu'il est possible de faire une meilleure approximation de ce coefficient en appliquant des transformations Box-Cox. Le lecteur pourra alors constater que les résultats obtenus semblent confirmer les attentes de l'auteur.

CADRE GENERAL

## CHAPITRE I: L'EVOLUTION DE L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

L'extraction du gaz naturel, de façon isolée, au Canada, remonte aux années 1880. Toutefois, cette activité a vraiment démarré avec la découverte du gisement "Leduc" en Alberta en 1947. Au début, c'est l'exploitation pétrolière qui menait à la découverte de réserves de gaz dites associées puisque se trouvant au dessus des couches de pétrole. Mais, à cause des délais de mise en valeur et des investissements requis pour l'acheminer vers les marchés potentiels, les réserves découvertes restaient souvent inutilisées ou bien étaient simplement brûlées. Cependant, petit à petit, le niveau des réserves augmentait de plus en plus et devenait ainsi appréciable.

Le développement qui a le plus marqué l'évolution de l'industrie du gaz naturel au Canada a été la mise en place, à la fin des années cinquante et au début des années soixante, d'un réseau de gazoduc permettant de relier les gisements exploités aux marchés intérieurs et étrangers. Entre 1960 et 1973, l'industrie canadienne de Gaz Naturel s'est développée très rapidement, la production annuelle s'étant accrue à un taux annuel moyen de 14% pour atteindre  $71.3 \bar{M}m^3$  (milliards de mètres cubes) en 1973.

L'évolution du marché américain de gaz naturel a fortement contribué à l'expansion de l'industrie canadienne de gaz. Tout au



long de son histoire, cette dernière a expédié un pourcentage très important de sa production vers le marché américain. Au cours des années soixante et au début des années soixante-dix, le marché du gaz s'est développé à un rythme soutenu dans toutes les régions desservies, les exportations vers les Etats-Unis enregistrant la croissance la plus marquée.

En 1973, environ 50% de la production canadienne était exportée (surtout vers les Etats de l'ouest), tandis que les marchés intérieurs de l'Est et de l'Ouest absorbaient respectivement 26% et 24%.

Vers le milieu des années soixante-dix, suite aux fortes hausses de prix décidées par l'O.P.E.P., le marché du gaz naturel connut un revirement important. Les modifications apportées aux politiques gouvernementales entraînèrent une importante augmentation du prix moyen au point d'extraction, celui-ci passant de \$6/m.m<sup>3</sup> (mille mètres cubes) en 1973 à \$56/m.m<sup>3</sup> en 1979. Ce changement s'avéra plus que suffisant pour inciter l'industrie à intensifier la recherche de nouveaux gisements de gaz. De plus, en raison d'un taux de croissance plus rapide du gaz en comparaison à celui du pétrole, l'effort d'exploitation se déplaça massivement vers la prospection gazière.

Au cours de la période 1973-1979, les réserves établies de gaz

naturel se sont accrues en moyenne de 6% annuellement pour atteindre 2500  $\bar{\text{Mm}}^3$ . La production, quant à elle, se situait à environ 70  $\bar{\text{Mm}}^3$  par année avec une augmentation de 3% par année environ.

En revanche, la demande intérieure commença à stagner vers 1979 alors que l'on avait constaté une diminution annuelle de 1% de la demande globale, dûe à la baisse des exportations, dès 1976. De même, On enregistrait un fléchissement graduel des exportations. Le surplus actuel est attribuable, en partie, aux mesures adoptées par les gouvernements pour contrer la menace d'une pénurie de gaz entraînant une accumulation de réserves qui dépasse largement le rythme de consommation. Sur la base des coûts historiques des réserves homologuées, le Conseil Economique du Canada a estimé qu'en 1983, le coût social (excluant les primes) de nouvelles réserves de gaz naturel classique dans le sud de l'Alberta atteignait environ  $\$23/\text{m.m}^3$  (en \$ de 1983). Le coût social total à la sortie d'usine s'élevait à environ  $\$63/\text{m.m}^3$  ce qui est nettement en deçà du prix alors en vigueur au point d'extraction, soit  $\$92.50$  par  $\text{m.m}^3$  ce qui indique la présence d'une rente économique substantielle dans la production de gaz naturel. De ce fait, il est possible de constater l'influence des politiques gouvernementales à l'égard de l'offre et de la demande de cette ressource énergétique.

## CHAPITRE II: LA DEMANDE DE GAZ NATUREL AU CANADA

La consommation d'énergie primaire au Canada, en 1978, était estimée à environ  $10^{15}$  BTU<sup>(1)</sup> pour un coût total de près de \$22M, soit environ 10% du PNB<sup>(2)</sup>. La proportion du pétrole consommé était de 44% pour la même année alors que celle du gaz se situait à 18%. En 1983, cette répartition se traduisait comme suit: 34.6% pour le pétrole et 18.6% pour le gaz naturel.

Le niveau de la demande de gaz naturel, en 1983, se situait à environ  $65\bar{M}m^3$  ce qui correspond, à peu près, à la demande annuelle moyenne depuis 1976. La demande intérieure pour la même période était égale à environ  $45\bar{M}m^3$  soit près de 70% de la demande totale. Les  $20\bar{M}m^3$  restant représentent, quant à eux, la quantité exportée vers les Etats-Unis, c'est à dire, la demande étrangère de gaz sur laquelle nous n'insisteront pas d'avantage.

En 1978, la part du secteur résidentiel dans la demande intérieure était de 22%, tout comme le secteur commercial, alors que le secteur industriel représentait 56% de la demande interne. En 1982, la part de chaque secteur dans la demande intérieure de gaz se lisait comme suit: secteur résidentiel 27%, secteur commercial 22% et le secteur industriel 50%.

---

(1) *British Thermal Unit*

(2) *Produit National Brut*

A partir de 1979, la demande sur le marché canadien stagnait provoquant ainsi un déséquilibre non-négligeable entre l'offre et la demande. Cet aspect caractérise, par ailleurs, la situation sur le marché du gaz depuis le début de la présente décennie, ce qui a soulevé l'inquiétude du gouvernement fédéral et a intensifié son intervention sur ce marché.

En lançant le Programme Energétique National (PEN), le gouvernement fédéral pensait, entre autres, pouvoir résoudre le problème de l'excédent de gaz sur le marché. Cependant, les mesures suggérées par le PEN étaient basées sur l'hypothèse que les prix mondiaux du pétrole continueraient à croître. Or, les scénarios envisagés par Ottawa se sont avérés trop optimistes lorsque le prix mondial du pétrole commença à chuter en 82-83. Alors, à partir de la fin de 1983 le gouvernement canadien commença à envisager la possibilité de politiques différentes. En 1984, dûes peut-être aux recommandations du C.E.C. ainsi que d'autres organismes gouvernementaux, le gouvernement fédéral semble, petit à petit, s'orienter vers une politique de dérèglementation des marchés du pétrole et du gaz. L'effet attendu de cette dérèglementation serait une diminution du prix du gaz par rapport à celui du pétrole qui devrait avoir des conséquences bénéfiques sur le marché canadien de gaz naturel.

### CHAPITRE III: LA DEMANDE DE GAZ NATUREL DANS LES INDUSTRIES

Le secteur industriel canadien a acheté, en 1984, près de 23  $\bar{\text{M}}\text{m}^3$  de gaz naturel pour un coût total de près de \$3 milliards, des chiffres quasiment identiques à ceux de 1983. Cependant, au niveau des provinces, on retrouve des chiffres plus révélateurs. L'Ontario et l'Alberta représentent chacune, en 1984, environ 37% de la demande totale du secteur industriel avec une consommation de près de 8.5  $\bar{\text{M}}\text{m}^3$  respectivement. Néanmoins, les industries de l'Ontario payent deux fois plus cher (environ \$157/ $\text{mm}^3$ ) que les industries de l'Alberta (\$75/ $\text{mm}^3$ ). Enfin, les industries québécoises sont celles qui s'acquittent du prix le plus élevé (environ \$185 par  $\text{mm}^3$ ). Il est également à noter que les industries du Québec et de la Colombie Britannique sont les seules, au Canada, à avoir fait face à une hausse significative du prix du gaz par rapport à 1983 (\$172/ $\text{mm}^3$ ).

TABEAU 1: DEMANDE DE GAZ NATUREL PAR LE SECTEUR INDUSTRIEL (PAR PROVINCE)

| PROVINCE | VENTE(83)<br>/mmc | RECETTE(83)<br>\$/000 | P.MOY.(83)<br>/mmc | VENTE(84)<br>/mmc | RECETTE(84)<br>\$/000 | P.MOY.(84)<br>/mmc |
|----------|-------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| QBC      | 2273373           | 391763                | 172                | 2430224           | 450139                | 185                |
| ONT      | 8811097           | 1391810               | 157                | 8577558           | 1355087               | 157                |
| MAN      | 460472            | 61562                 | 133                | 427149            | 57147                 | 133                |
| SASK     | 1152668           | 131102                | 113                | 1124785           | 129596                | 115                |
| ALB      | 8102794           | 637334                | 78                 | 8433164           | 635219                | 75                 |
| C-B      | 2149246           | 259490                | 120                | 1923602           | 244507                | 127                |
| CDN      | 22949650          | 2873061               | 125                | 22916582          | 2871697               | 125                |

SOURCE: *Catalogue 55-002 B.F.S. (table 4)*

En ce qui a trait à la part des différentes industries dans la demande totale du secteur industriel au Canada pour 1983, les industries manufacturières représentaient 88% de la demande totale dans ce secteur. L'industrie minière, quant à elle, représentait 11.6% de la demande totale des industries canadiennes. Enfin, notons que la province de la Saskatchewan présente un résultat surprenant. Alors que dans toutes les autres provinces le secteur manufacturier représente au moins 70% de la demande industrielle sur le marché provinciale, en Saskatchewan, le secteur manufacturier ne représente que 39% de la part de marché, le secteur minier représentant 61% de cette part.

TABLEAU 2: PART DE LA DEMANDE DES PRINCIPALES INDUSTRIES CONSOMMATRICES DE GAZ NATUREL EN 1983 (PAR PROVINCE)

|                     | CDN   | QEC   | ONT   | MAN   | SASK  | ALB   | C-B   |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total minier        | 11.6  | -     | 2.8   | -     | 61.1  | 28.5  | 5.7   |
| Pâtes/Papiers (1)   | 12.4  | 7.2   | 13.8  | -     | -     | 3.8   | 32.2  |
| Sidérurgie (2)      | 8.6   | 15.6  | 13.8  | 4.1   | -     | 1.2   | 0.2   |
| Fonte/Affinage (3)  | 6.2   | 5.5   | 3.6   | 0.2   | -     | -     | -     |
| Fab.Ciment (4)      | 2.2   | 0.8   | 0.8   | -     | -     | -     | -     |
| Raf.Pétrolier (5)   | 8.9   | 18.6  | 5.7   | -     | -     | 11.6  | 8.1   |
| Prod.Chimiques (6)  | 10.8  | 9.5   | 5.8   | 49.0  | 1.6   | 14.0  | 20.1  |
| Manuf. (Autres) (7) | 39.0  | 42.4  | 53.4  | 36.9  | 23.6  | 20.0  | 26.0  |
| Total Manufacturier | 88.3  | 100.0 | 97.1  | 100.0 | 38.8  | 71.4  | 94.2  |
| Total Industriel    | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

SOURCE: *Catalogue 57-003 B.F.S.*

$$\text{Total Manufacturier} = (1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)$$

Cependant, nous n'élaborerons pas davantage sur ce sujet puisque la Saskatchewan ne figure pas dans le cadre de notre étude préférant plutôt étudier la situation dans les provinces de l'Ontario, du Québec, de la Colombie Britannique et au niveau National.

CONCEPTS DE LA DEMANDE DE FACTEURS  
DE PRODUCTION

Le gaz naturel est un bien pour lequel il n'existe aucune demande en soi. La demande existante est une demande de son vecteur de caractéristiques dont la caractéristique la plus importante est la quantité d'énergie par unité de bien contenue dans celui-ci. En d'autres termes, c'est une demande de combustion que l'on retrouve derrière la demande observée de gaz. Les industries utilisent la combustion d'une ressource énergétique telle que le gaz naturel afin de pouvoir faire fonctionner les équipements qu'ils utilisent dans le processus de transformation requis. Ainsi, le gaz naturel est un facteur de production parmi tant d'autres qu'utilisent les industrie manufacturières.

La dérivation de la demande de facteurs de production à partir de la théorie économique n'est pas en soi l'unique intérêt de l'économiste mais bien plus les outils qui lui permettent d'analyser le comportement de celle-ci face à des changements dans les agents qui la composent. Pour cela, la définition de mesures de sensibilité ainsi que l'introduction de la notion de temps deviendront un complément essentiel dans l'étude de ce concept.



## CHAPITRE IV: DEMANDE DE FACTEURS DE PRODUCTION

### A)- Fonction de demande de facteur (3)

La demande d'un facteur de production par une firme est en relation avec l'objectif de celle-ci qui est la maximisation de profits. De ce fait, l'utilisation d'un facteur dépendra de sa contribution aux revenus de l'entreprise par rapport à ce qu'il en coûte à celle-ci pour obtenir ce facteur, ce rapport devant nécessairement être supérieur ou égal à l'unité. En d'autres termes, toute chose étant égale par ailleurs, des quantités additionnelles d'un facteur seront utilisées par la firme tant que l'accroissement dans les coûts dû à l'utilisation de ces quantités additionnelles n'est pas supérieur à l'augmentation des revenus due à l'usage de ces dernières.

Par ailleurs, un facteur sera préféré aux autres facteurs tant que sa contribution relative à la production est supérieure à celle des autres. Ainsi, la demande d'un intrant dépend grandement de son prix et du prix des autres facteurs de production. Cependant, la demande d'un facteur ne dépend pas uniquement des prix des facteurs utilisés. L'existence de la loi des rendements décroissants fait en sorte que l'utilisation de quantités additionnelles de tout facteur, toute chose étant égale par ailleurs, augmente proportionnellement plus les coûts de production que les

---

(3)- Voir *Hirshleifer (1980), Nicholson (1978), Leftwich (1975) et Salvatore (1974)*

précédentes. De ce fait, la demande du facteur dépend également du niveau de la production. On peut alors représenter la demande d'un intrant par la relation générale suivante:

$$X_i = f(P_i, P_j, Q) \quad (4-1)$$

où i: facteur i  
 j: autres facteurs  
 P: prix des facteurs  
 X: quantité demandée du facteur  
 Q: niveau de la production

B)- Dérivation de la demande d'un facteur à partir de la théorie sur la dualité économique

La théorie sur la dualité économique nous permet de dériver la fonction de demande d'un facteur de production à partir d'une fonction restreinte de profit ou bien à partir d'une fonction restreinte de coûts.

1)- Dérivation à partir d'une fonction de profit

Soit la maximisation de la fonction de profit suivante:

$$\pi(P) = \max P \cdot y \quad \text{s.c} \quad y \in Y \quad (4-2)$$

où P: vecteur-prix des intrants et des produits  
 y: vecteur des intrants et des produits  
 $\pi$ : le profit  
 Y: La technologie  
 $P \geq 0$  ,  $y > 0$  pour la production  
 $y < 0$  pour les intrants ( $X \in Y$ )

La fonction de profit restreinte est donnée par:

$$\pi(\tilde{P}, F) = \max_v \tilde{P} \cdot v \quad \text{s.c.} \quad y' E Y, v' E Y, F E Y \quad (4-3)$$

où (P) est le vecteur-prix des éléments variables alors que (F) représente les éléments fixes. A partir du lemme d'Hotelling on dérive la demande du facteur de production:

$$X_i^* = \frac{\partial \pi(P)}{\partial P_{X_i}} \quad (4-4)$$

$X_i' E X$  et  $X E Y$ ;  $P_X' E P$

## 2)- Dérivation à partir d'une fonction de coûts

Soit la minimisation de la fonction de coûts suivante:

$$C(P_X, Y) = \min P_X \cdot X \quad \text{s.c.} \quad f(X) = y' \quad (4-5)$$

$X E Y$  et  $y' E Y$

La fonction de coût variable restreinte est:

$$g(\tilde{P}_X, y', F_X) = \min \tilde{P}_X \cdot v_X \quad \text{s.c.} \quad y' = k(v_X, F_X) \quad (4-6)$$

$\tilde{P}_X' E P_X$  ;  $v_X' E v$  ;  $F_X' E F$  ;  $F_X$  donné

où ( $\tilde{P}_X$ ) est le vecteur-prix des facteurs variables, ( $v_X$ ) étant le vecteur des facteurs variables et ( $F_X$ ) le vecteur des facteurs fixes. Utilisant le lemme de Shephard, on peut obtenir la demande du facteur de production comme suit:

$$X_i^* = \frac{\partial C(P_X, Y')}{\partial P_{X_i}} \quad (4-7)$$

La demande du facteur variable s'obtient également par :

$$v_{X_i}^* = \frac{\partial g(\tilde{P}_X, Y', F_X)}{\partial P_{X_i}} \quad (4-8)$$

Après avoir vu comment obtenir la fonction de demande d'un facteur de production, la prochaine étape devient l'analyse de la sensibilité de cette demande face à divers changements dans le comportement des différents éléments de celle-ci.

CHAPITRE V: LES ELASTICITES

Une élasticité, de façon générale, est une mesure de sensibilité d'une variable face à changement survenant dans une autre variable, étant définie comme une variation en pourcentage dans une variable suite à une variation, en pourcentage, dans une autre variable.

$$\eta_{Z,U} = \frac{\Delta Z/Z}{\Delta U/U} \quad (4) \quad (5-1)$$

L'avantage que représente une telle mesure par rapport à d'autres mesures de sensibilité telle que la pente, est dû au fait que l'élasticité soit un rapport de variation en pourcentage et, de ce fait, pas sensible aux unités de mesure différentes des variables.

En ce qui a trait à la demande, les élasticités mesurent la sensibilité de la quantité demandée face à des changements dans les déterminants de la demande. Les différentes élasticités de la demande sont:

A)- L'élasticité-prix de la demande pour un facteur: est la variation en pourcentage de quantité demandée suite à la variation en pourcentage du prix du facteur.

---

(4)- Il est possible de réécrire (5-1) de la façon suivante:  
De plus cette notation sera désormais retenue dans le cadre de l'étude.

$$\eta_{Z,U} = \frac{\Delta Z}{\Delta U} \cdot \frac{U}{Z}$$

$$\eta_{X_i, P_i} = \frac{\Delta X_i}{\Delta P_i} \cdot \frac{P_i}{X_i} \quad (5-2)$$

Si l'élasticité-prix de la demande d'un facteur est supérieure à l'unité, alors la demande est dite élastique. Ceci signifie que toute augmentation (diminution) en pourcentage du prix du facteur, diminue (augmente) d'un pourcentage plus élevé la quantité demandée de l'intrant en question. Si l'élasticité-prix de la demande est égale à l'unité, tout accroissement (baisse) dans le prix du facteur diminue (augmente) dans la même proportion la quantité demandée de ce dernier. Enfin, si l'élasticité-prix de la demande possède une valeur entre zéro et l'unité, la demande est dite inélastique. En d'autres termes, la quantité demandée décroît dans une proportion moins grande que l'accroissement du prix.

B)- L'élasticité-croisée de la demande: est la variation, en pourcentage de la quantité demandée lorsque le prix d'un autre intrant varie dans une certaine proportion:

$$\eta_{X_i, P_j} = \frac{\Delta X_i}{\Delta P_j} \cdot \frac{P_j}{X_i} \quad \begin{matrix} i, j=1, \dots, n \\ i \neq j \end{matrix} \quad (5-3)$$

Si l'élasticité-croisée de la demande est négative, les deux facteurs considérés sont complémentaires. En revanche, si l'élasticité-croisée est positive, ceux-ci sont alors substitués. Par ailleurs, si la-dite élasticité est nulle, les deux facteurs sont indépendants.

C)- L'élasticité-revenu de la demande: représente la variation en pourcentage de la quantité demandée du facteur dû à un changement, en pourcentage, dans la production.

$$X_{i,Q} = \frac{X_i}{Q} \cdot \frac{Q}{X_i} \quad (5-4)$$

Une valeur négative de cette élasticité ou diminution de la quantité demandée lorsque le revenu (la production) augmente, voudrait signifier que le bien (facteur) est un bien "inférieur". Dans le cas contraire, l'intrant est alors défini comme "supérieur".

D)- L'élasticité partielle de substitution (5) telle que proposée par Allen (1938) est une définition d'élasticité respectant le caractère symétrique des élasticité-croisée.

$$AES_{ij} = \frac{X_i}{P_j} + X_j \frac{X_i}{Q} \quad i, j = 1, \dots, n \quad (5-5)$$

En effet, la définition des élasticités telle que proposée dans les sections précédentes est une définition qui ne respecte pas nécessairement la symétrie dans les élasticités-croisée. En d'autres termes, deux facteurs peuvent, dans un sens, être substitués et être complémentaires si l'élasticité est calculée en sens inverse. Ceci ne veut toutefois pas dire que l'utilisation de mesures classiques d'élasticité soit une erreur. Dans bien des cas, ces mesures sont une bonne représentation de la relation existante. Notons

---

(5)- Voir *Bohi (1981)*, p. 14.

également que les définitions de complémentarité et de substitution sont les mêmes que celles de l'élasticité-croisée de la demande.

Soulignons enfin que les élasticités décrites plus haut posent toutes le même problème. Elles ne tiennent pas compte de l'influence du temps dans les résultats obtenus.



## CHAPITRE VI: LA DYNAMIQUE DE LA DEMANDE

Les concepts de la demande et la définition des élasticités tels que décrits dans les précédents chapitres sont des concepts statiques qui ne tiennent pas compte de l'influence du temps dans les changements survenant dans la demande d'un facteur. En effet, la réponse d'une demande face à un changement survenu dans le comportement d'un déterminant de celle-ci, est moins grande dans un court laps de temps en raison du délais que requiert l'ajustement de cette dernière, que sur une longue période. Il existe un délais dans la perception d'un changement dans les prix relatifs des facteurs de production à savoir si ce changement est perçu comme étant provisoire, c'est à dire prévalant pendant une courte période, ou bien si ce changement est considéré comme permanent c'est à dire prévalant sur une période définie comme étant longue. Ceci influence alors la décision des firmes qui possèdent des facteurs quasi-fixes.

A court terme, les firmes ont, dans leur processus de production, une structure de capital donnée qu'elles ne peuvent ajuster selon leur désir lorsque le rapport des prix relatifs entre différents facteurs se modifie. La modification du niveau ou de la structure d'un facteur quasi-fixe tel que le capital devient, dans de telles circonstances, un élément important dans la prise de décision de la firme

A)- Le coût d'usage du capital

Cette notion a été définie par Jorgenson (1963, 1967) qui décrit la décision de la firme comme étant la maximisation de la valeur présente de ses revenus nets (richesse) futurs sous contrainte d'une structure de capital:

$$\max \int_0^{\infty} e^{-rt} P \cdot f(K, L) - qI - wL \, dt \quad (6-1)$$

$$\text{s.c. } \dot{K} = I - \delta K \quad (6-2)$$

$$f(\bar{K}, L) = 0 \quad (6-3)$$

où I: le niveau d'investissement  
 q: le prix de l'investissement  
 w: prix du travail  
 L: quantité de travail  
 K: le facteur capital  
 $\delta$ : le taux de dépréciation du capital  
 r: le taux d'intérêt

Satisfaisant les conditions de transversalité et procédant par le hamiltonien, il dérive les productivités physiques marginales du travail et du capital appelant le deuxième "coût d'usage du capital".

$$\frac{\partial f(K, L)}{\partial L} = \frac{w}{P} \quad (6-4)$$

$$\frac{\partial f(K, L)}{\partial K} = \frac{q(r + \delta) - \dot{q}}{P} \quad (6-5)$$

A partir de cette approche, on peut remarquer que les firmes

planifient le niveau de leur stock de capital soit en investissant et construisant de nouvelles usines, soit en laissant déprécier le stock existant, ou bien en faisant les deux simultanément. De plus, on constate la différence entre la théorie traditionnelle disant que la productivité physique marginale égale le prix réel<sup>(6)</sup> et l'approche de Jorgenson tel que présentée. Cependant, l'utilisation de la définition stricte du coût d'usage du capital peut, dans la pratique, poser certains problèmes, celle-ci acceptant des valeurs négatives. Certains auteurs proposent alors de ne pas considérer le  $(\dot{q})$  afin d'éviter ce problème.

#### B)- Les coûts d'ajustement

Notion proposée par Treadway (1969), c'est une notion qui permet de tenir compte du fait que tout changement dans le niveau désiré du stock de capital, par le biais de l'investissement ou d'un désinvestissement, implique des coûts pour les firmes qui opèrent un tel changement. Dans son approche, Treadway pose, tout comme Jorgenson, l'hypothèse de maximisation de la valeur présente des revenus nets futurs par les firmes (6-1) sous contrainte d'une structure de capital (6-2) mais en y ajoutant les coûts d'ajustements qui sont fonction du changement du niveau de stock de capital:

$$\begin{aligned} \max \int_0^{\infty} e^{-rt} P \cdot f(K, L) - wL - qI - C(\dot{K}) dt \\ \text{s.c. } \dot{K} = I - \delta K \end{aligned} \quad (6-6)$$

---

(6)- La théorie traditionnelle propose la chose suivante:  $\frac{\$P(K, L)}{\$K} = \frac{q}{p}$

où les conditions suivantes prévalent:

$$\frac{\partial f(K,L)}{\partial K} > 0 \quad ; \quad \frac{\partial f(K,L)}{\partial L} > 0 \quad (6-7)$$

$$\frac{\partial^2 f(K,L)}{\partial K^2} < 0 \quad ; \quad \frac{\partial^2 f(K,L)}{\partial L^2} < 0 \quad (6-8)$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial C(\dot{K})}{\partial \dot{K}} > 0 \quad \text{si } \dot{K} > 0 \\ \frac{\partial C(\dot{K})}{\partial \dot{K}} < 0 \quad \text{si } \dot{K} < 0 \\ \frac{\partial C(\dot{K})}{\partial \dot{K}} = 0 \quad \text{si } \dot{K} = 0 \\ \frac{\partial^2 C(\dot{K})}{\partial \dot{K}^2} > 0 \end{array} \right\} \quad (6-9)$$

Cette notion nous permet de mieux comprendre les délais requis dans l'ajustement du niveau de stock d'équipements dans les industries lorsqu'un changement durable survient dans les prix relatifs des facteurs de production. Utilisant la contribution de Treadway sur les coûts d'ajustements de facteurs quasi-fixes, nous pouvons, à présent, dériver la demande dynamique de facteurs.

### C)- La demande dynamique de facteur de production

Contrairement à démarche de Jorgenson et Treadway qui utilisent, tous deux, la maximisation d'une fonction de revenus nets futurs, Bernt, Fuss et Waverman (1979) utilisent la minimisation d'une fonction de coûts dans le cadre de la dualité économique définie comme suit:

$$L(0) = \int_0^{\infty} e^{-rt} \left( \sum_{j=1}^n \tilde{P}_j v_j + qI \right) dt \quad (6-10)$$

où  $(\tilde{P})$  est le vecteur-prix des facteurs variables (donné),  $(v)$  est le vecteur des facteurs variables,  $(q)$  le prix du capital (donné) et  $(I)$  étant l'addition brute au stock de capital (ici ne considérant qu'un seul facteur quasi-fixe).

$$I = \dot{K} + \delta K \quad ; \quad K \text{ donnée} \quad (6-11)$$

De plus, il existe une fonction de production de la forme:

$$Q = f(v, K, \dot{K}) \quad ; \quad Q \text{ donnée} \quad (6-12)$$

$\frac{\partial f}{\partial \dot{K}} < 0$  représente alors le coût d'ajustement interne du capital.

$\frac{\partial^2 f}{\partial \dot{K}^2} < 0$ , représente la perte marginale de la capacité de production à mesure que le taux de changement dans le niveau de stock de capital s'accroît.

Par ailleurs, on dérive la fonction de coût variable restreinte qui a la forme de:

$$\bar{g} = g(P_j, K, \dot{K}, Q) \quad (6-13)$$

La fonction de coût variable restreinte ( $\bar{g}$ ) possède les propriétés suivantes:

$$\frac{\partial g}{\partial K} < 0 \quad , \quad \frac{\partial^2 g}{\partial K^2} < 0 \quad , \quad \text{convexe en } K \quad (6-14)$$

$$\frac{\partial g}{\partial \dot{K}} > 0 \quad ; \quad \frac{\partial^2 g}{\partial \dot{K}^2} > 0 \quad ; \quad \text{convexe en } \dot{K} \quad (6-15)$$

$$\frac{\partial g}{\partial P_j} > 0 \quad \frac{\partial^2 g}{\partial P_j^2} < 0 \quad ; \quad \text{concave en } P_j \quad (6-16)$$

$$\frac{\partial g}{\partial Q} > 0 \quad (6-17)$$

$$\frac{\partial g}{\partial P_j} = \bar{v}_j \quad (6-18)$$

La propriété (6-18) est l'analogie du lemme de Shephard permettant de dériver la demande à court terme d'un facteur variable. A présent le problème d'optimisation de la firme devient:

$$\min L(0) = \int_0^{\infty} e^{-rt} [g(\tilde{P}_j, K, \dot{K}, Q) + qI] dt \quad (6-19)$$

En substituant (6-11) dans (6-19) et en faisant l'hypothèse d'un sentier local optimal stable, on obtient:

$$L(0) + q \cdot K(0) = \int_0^{\infty} e^{-rt} [g(\tilde{P}_j, K, K, Q) + P_K K] dt \quad (6-20)$$

où  $P_K = q(r + \delta)$

Ainsi, on retrouve un résultat proche de la définition du coût d'usage donnée par Jorgenson.

Enfin, pour tenir compte de l'effet de long terme, Berndt, Fuss et Waverman obtiennent un accélérateur flexible démontrant le processus d'ajustement:

$$\dot{K} = \delta_K (K^* - K) \quad (6-21)$$

où  $(\gamma_k)$  est l'accélérateur flexible et  $(K^*)$  le niveau désiré du stock de capital. Les auteurs montrent que  $(\gamma_k)$  n'est pas nécessairement constant et peut s'obtenir comme suit:

$$\gamma_k = -\frac{1}{2} \left[ r - \frac{r^2 + 4(g_{K^*K} + r \cdot g_{K^*\dot{K}})}{g_{\dot{K}^*\dot{K}}} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6-22)$$

Si la fonction  $g(\cdot)$  est quadratique alors les dérivées secondes énumérées sont constantes et  $(\gamma_k)$  varie avec le niveau de  $(r)$ .

Après avoir revu brièvement les différents concepts de la demande de facteurs, tout en y incluant la dynamique existante à l'intérieur de celle-ci, la prochaine section se propose de passer en revue différents modèles de demande largement utilisés dans les divers travaux portant sur la demande d'énergie.

---



---


$$(7) - g_{K^*K} = \frac{\partial g(\cdot)}{\partial K^* \partial K} \quad ; \quad g_{K^*\dot{K}} = \frac{\partial g(\cdot)}{\partial K^* \partial \dot{K}} \quad ; \quad g_{\dot{K}^*\dot{K}} = \frac{\partial g(\cdot)}{\partial \dot{K}^* \partial \dot{K}}$$

MODELES DE DEMANDE D'ENERGIE



Il a été précédemment dit que la demande pour un combustible n'est pas une demande directe mais plutôt une demande dérivée, celle-ci étant une demande d'énergie. Il existe différentes approches en ce qui a trait à l'étude de modèles de demande d'énergie que l'on se propose de voir brièvement dans un premier temps.

Nous verrons également des exemples de modèles tant statiques que dynamiques utilisés dans différents travaux portant sur le gaz naturel ou sur d'autres combustibles. En terminant, une brève revue des différentes formes fonctionnelles sera effectuée.

## CHAPITRE VII: LES PRINCIPALES APPROCHES

Il existe deux principales approches quant aux modèles de consommation de combustible: L'approche par les formes réduites et celle par la forme structurelle.

### A)- Approche Structurelle

Les modèles de type structurel de demande de consommation de combustible sont des modèles qui tentent d'estimer séparément la demande de l'équipement utilisant le combustible en question et de son taux d'utilisation. On dérive par la suite, la demande du combustible à partir de ces deux composantes.

Soit (G) le gaz naturel, ( $K_G$ ) le stock d'équipements utilisant le gaz naturel et ( $U_G$ ) le taux d'utilisation de l'équipement consommant du gaz. La demande pour l'équipement ( $K_G$ ) dépendra probablement du prix de l'équipement ( $P_{KG}$ ), du prix de la source d'énergie qu'il utilise ( $P_G$ ), des prix des ressources concurrentes ( $P_j$ ) et du niveau de la production (Q). Le taux d'utilisation ( $U_{KG}$ ) est, quant à lui, en relation avec le prix du gaz et du niveau de la demande finale c'est à dire, la production.

$$K_G = \phi_1(P_G, P_j, P_{KG}, Q, Z_1) \quad (7-1)$$

$$U_{KG} = \phi_2(P_G, P_j, Z_2) \quad (7-2)$$

où  $(Z_1)$  et  $(Z_2)$  sont les vecteurs des autres variables. La demande pour le gaz naturel est alors dérivée à partir de ces deux composantes :

$$G = \phi_3(K_G, U_{KG}) \quad (7-3)$$

Ce genre de modèle, développé au début des années soixante, pose cependant toujours certains problèmes quant à la disponibilité de données sur les variables étudiées. C'est pour cette raison que ce type de modèle a surtout été appliqué au secteur résidentiel plutôt que dans les secteurs commercial et industriel. Un problème majeur fréquemment rencontré, en ce qui concerne les industries, tient à l'absence de mesures appropriées sur le niveau de stock d'équipements utilisant un combustible en particulier. Bien que ce genre de formulation puisse renfermer beaucoup plus d'informations sur différents aspects de la demande, la contrainte sur le manque, en quantité suffisante, de données pertinentes oblige très souvent l'abandon de cette voie de recherche. Toutefois, des variantes d'un tel type de modèle seront vues dans les sections suivantes.

#### B) - Approche par les Formes Réduites

Les modèles dits de forme-réduite sont des modèles qui combinent les éléments de substitution entre différents combustibles et l'ajustement du stock de capital avec les éléments qui affectent

le taux d'utilisation du stock d'équipements existant. En se référant à (7-1) et (7-2) on obtient la demande de gaz de la façon suivante:

$$G=g(P_G, P_j, P_{KG}, Q, Z_1, Z_2) \quad (7-4)$$

De ce fait, l'approche par les modèles de forme réduite est une approche plus directe où tous les éléments de la fonction sont considérés comme étant exogène. L'avantage d'une telle approche réside dans la simplification du processus d'estimation mais, en revanche, renferme moins d'informations que l'approche structurelle quant à l'interprétation des coefficients associés aux variables. En effet, les coefficients des variables, dans des modèles de forme réduite sont une combinaison souvent complexe des coefficients de la forme structurelle. Cependant, malgré certains inconvénients dûs à une telle approche, l'absence de données pertinentes oblige souvent l'utilisation d'équations de forme-réduite.

## CHAPITRE VIII: MODELES STATIQUES ET DYNAMIQUES

Les modèles de demande portant sur la consommation selon le type d'énergie sont divisés en deux catégories selon que ceux-ci prennent en considération le facteur temps ou bien selon qu'ils évitent une telle notion.

### A)- Modèles Statiques

Ce genre de modèle ne tient pas compte du facteur temporel dans l'étude de la demande du combustible. De ce fait, dans ce type d'équation, l'ajustement du stock du facteur quasi-fixe tel que le capital en est très souvent absent, considérant ce processus comme étant automatique d'une période à l'autre, celui-ci atteignant un nouveau point d'équilibre à chaque période. En d'autres termes, durant chaque période temporelle définie, le stock existant ( $K_t$ ) correspond au niveau de stock désiré ( $K_t^*$ ).

Dans son étude portant sur la demande d'électricité (E) dans les industries manufacturières aux Etats-Unis, Halvorsen (1978) spécifie la relation suivante:

$$P_E = f_1(E, P_{NH}, NH, P_L, K_E, E_{SECTEUR}) \quad (8-1)$$

où le prix moyen de l'électricité ( $P_E$ ) est fonction de la quantité d'électricité achetée par l'industrie et la quantité d'électricité

achetée par les autres secteur ( $E_{\text{SECTEUR}}$ ), le taux de vente d'équipement électriques ( $K_E$ ), l'indice de coût du facteur travail ( $P_L$ ), le coût unitaire ( $P_{NH}$ ) et le taux d'utilisation (NH) des générateurs non-hydrauliques. De plus:

$$E=f_2(P_E, VA, P_j, P_L) \quad (8-2)$$

où (VA) est la valeur ajoutée dans l'industrie et ( $P_j$ ) le prix, par unité thermique des autres combustibles. Enfin, il établit une relation entre la valeur ajoutée, le prix des facteurs variables et le niveau de la production.

$$VA=f_3(P_E, P_L, P_j, Q) \quad (8-3)$$

On peut ainsi constater que les relations établies par Halvorsen sont des relations statiques ne prenant à aucun moment en considération l'aspect temporel. De plus, la définition des élasticités n'est pas faite en fonction de plusieurs périodes. Notons toutefois que l'aspect statique ne pose pas en soi un problème car lorsque le modèle est bien spécifié, les résultats obtenus sont de bonnes approximations de ceux des modèles considérant le facteur temps.

### B)- Modèles Dynamiques

Contrairement aux précédents modèles, les modèles dynamiques prennent en considération le fait que le niveau du stock de capital ne corresponde pas, à chaque période, au niveau de stock

désiré. En conséquence, il y a un ajustement qui se fait vers le niveau de stock désiré et la spécification du modèle est telle qu'elle permet d'en extraire la vitesse d'ajustement. On note, cependant, différentes approches nous permettant d'obtenir un coefficient d'ajustement.

Le modèle d'Adams, Graham et Griffin (1974) tel que décrit dans Pindyck (1979), est un modèle qui s'inspire de celui de Balestra<sup>(8)</sup> (1967). Les auteurs partent de la relation (7-3) et posent qu'à court terme le stock d'équipements ( $K_G$ ) n'est pas sensible aux variations du prix de l'équipement ( $P_{KG}$ ) ni de ceux des combustibles ( $P_G, P_j$ ), ni même aux variations dans la production. De ce fait, la quantité de stock présent satisfait l'identité comptable suivante:

$$K_{G,t} = (1-\delta)K_{G,t-1} + \Delta K_{G,t} \quad (8-4)$$

qui peut être réécrite de cette façon:

$$\Delta K_{G,t} = K_{G,t} - (1-\delta)K_{G,t-1} \quad (8-5)$$

L'addition totale au stock ( $\Delta K_{G,t}$ ) peut être considérée comme la volonté de s'approcher du niveau de stock désiré ( $K_{G,t}^*$ ) qui, lui, est fonction du prix du stock ( $P_{KG}$ ), des prix de combustibles ( $P_G, P_j$ ) et du niveau de production ( $Q$ ), ce qui équivaut à la relation (7-1) sans la variable ( $Z_1$ ). Il est alors possible de réécrire l'addition

---

(8) - Voir Taylor (1979) et Boki (1981)

au stock par la relation ci-contre:

$$\Delta K_{G,t} = \gamma_K (K_{G,t}^* - K_{G,t-1}) + \delta K_{G,t-1} + \alpha K_{G,t-1} \quad (8-6)$$

où  $(\gamma_K)$  et  $(\alpha)$  sont des paramètres à estimer. La vitesse d'ajustement du stock réel au stock désiré est  $(\gamma_K)$  à court terme et  $[\delta_K / (1 - \alpha)]$  pour le long terme.

La différence entre le modèle d'Adams, Graham et Griffin et celui de Balestra réside dans la relation existante pour le taux d'utilisation du stock d'équipements et du taux de dépréciation de celui-ci. Les premiers établissent la relation (7-2) pour le taux d'utilisation ( $U_{G,t}$ ) alors que Balestra le considère fixe et ce d'une période à l'autre. Ce dernier considère également le taux de dépréciation comme étant constant tandis qu'Adams, Graham et Griffin font l'hypothèse que le taux de dépréciation ( $\delta$ ) est fonction de la production ( $Q$ ) et du prix de l'équipement ( $P_{KG}$ ).

$$\bar{\delta} = \delta(P_{KG}, Q) \quad (8-7)$$

Il existe par ailleurs, une version du modèle de Balestra connue sous le nom du modèle d'ajustement partiel développé par Houthakker et Taylor (1970) et présenté dans Bohi (1981). Ce modèle utilise la technique de Koyck (1954) et établit une relation entre le niveau de consommation désiré du combustible et les prix.



$$G_t^* = G(P_G, P_j, Z) \quad (8-8)$$

où (Z) représente le vecteur des autres variables. De plus, la consommation réelle est fonction du niveau désiré de consommation et du niveau de consommation à la période précédente.

$$G_t = G_{t-1} + \gamma_G (G_t^* - G_{t-1}) \quad 0 < \gamma_G \leq 1 \quad (8-9)$$

où ( $\gamma_G$ ) est le coefficient d'ajustement. L'utilisation d'un tel coefficient suppose implicitement une vitesse d'ajustement constante du niveau de stock d'équipements entre chaque période contrairement au modèle décrit plus haut. Un tel modèle a le grand avantage de ne pas avoir besoin d'informations sur les variations du niveau de stock de capital. Cependant, le coefficient d'ajustement employé s'apparente grandement à un coefficient de forme réduite dans le sens où ce dernier contient des informations que nous ne sommes pas en mesure d'extraire de façon explicite. De plus, le degré d'ajustement est le même pour toutes les variables impliquées. Ces remarques mettent en évidence certaines faiblesses du modèle d'ajustement partiel.

## CHAPITRE IX: FORMES FONCTIONNELLES

Ayant passé brièvement en revue le développement théorique de modèles de demande d'énergie, on se propose de présenter ici un aperçu de différentes formes fonctionnelles utilisées pour l'estimation de la demande de ressources énergétiques. L'exposé englobe tant les formes linéaires que non-linéaires et se divise en deux parties: Les formes où l'équation de la demande est dérivée à partir d'une spécification de fonction de coûts (formes flexibles en général) et les formes où seule l'équation de demande est spécifiée.

### A)- Spécification de Fonctions de Demande

Dans la présente section, on présente la forme spécifique des équations de demande sans spécifier la forme de la fonction de coût total ou de coût unitaire. A l'intérieur de ce groupe, on retrouve la forme linéaire qui, comme son nom l'indique, établit une relation linéaire entre la demande du combustible et les déterminants de celle-ci.

$$G = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i P_i + \sum_{j=1}^m \alpha_j Z_j \quad (9-1)$$

(G) étant la consommation de combustible, ( $P_i$ ) les prix de certains facteurs de (G) et ( $Z_j$ ) les autres déterminants. Les ( $\alpha_i, \alpha_j$ ) représentent, quant à eux, les pentes associées aux variables.

Les formes non-linéaires sont , en réalité, des variantes de (9-1) que l'on peut écrire sous forme logarithmique. La forme semi-logarithmique maintient la variable dépendante (G) sous sa forme originale tandis que les variables explicatives se trouvant à la droite de la relation sont dans leur forme logarithmique:

$$G = x_0 + \sum_{i=1}^n x_i \ln P_i + \sum_{j=1}^m x_j \ln Z_j \quad (9-2)$$

L'inverse de la forme semi-logarithmique ne considère, en revanche, que la variable dépendante dans sa forme logarithmique.

$$\ln G = x_0 + \sum_{i=1}^n x_i P_i + \sum_{j=1}^m x_j Z_j \quad (9-3)$$

Lorsque du côté gauche de l'équation on utilise la part de marché du combustible au lieu de la quantité consommée, on retrouve alors la base d'une forme largement répandue soit le LOGIT.

Une autre forme d'équation fortement utilisée par de nombreux auteurs est la forme logarithmique double plus communément appelée la LOG-LINEAIRE.

$$\ln G = x_0 + \sum_{i=1}^n x_i \ln P_i + \sum_{j=1}^m x_j \ln Z_j \quad (9-4)$$

Houthakker et Taylor (1970) et Halvorsen (1978), pour ne nommer que ces deux modèles, ont tous utilisé la forme log-linéaire dans le cadre empirique de leur étude. Le grand avantage d'une

réside surtout dans la simplicité de celle-ci. En effet, dans le cadre d'une régression cette forme est traitée comme une régression linéaire simple. De plus, les coefficients associés aux variables explicatives représentent les élasticités de celles-ci par rapport à la variable dépendante. Il est par ailleurs possible de rajouter, sans trop de difficultés, des variables explicatives, tant de nature économique que non-économique. Enfin cette forme fonctionnelle peut être utilisée tant dans un cadre statique (Halvorsen) que dans un cadre dynamique (Houthakker et Taylor).

#### B)- Les Formes Flexibles

Dans la précédente section, on spécifiait la forme de l'équation de demande sans spécifier la forme de fonction de coût. En revanche ici on spécifie la forme fonctionnelle de la fonction de coûts (profit) et on en dérive alors la forme de la demande.

Parmi ces formes dites flexibles, une des formes les plus utilisées est la TRANSLOG telle que proposée par Christensen, Jorgenson et Lau (1973,1975) dont on peut trouver des descriptions brèves dans différents écrits notamment dans Pyndyck (1979). Elle constitue une approximation de second ordre à toute frontière de production. La translog d'une fonction de coût s'écrit de la façon suivante:

$$\ln CT = \alpha_0 + \alpha_Q \ln Q + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \frac{1}{2} \alpha_{QQ} \ln^2 Q + \sum_i \alpha_{Qi} \ln Q \cdot \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \ln P_i \cdot \ln P_j \quad (9-5)$$

où (CT) est le coût total, (Q) la production,  $(P_i, P_j)$  étant les prix relatifs des facteurs de production. Utilisant le lemme de Shephard on dérive la part de marché de chaque facteur correspondant à sa demande. Par exemple, la part de marché du gaz naturel s'obtient par:

$$S_G = \alpha_G + \alpha_Q \ln Q + \sum \alpha_{Gj} \ln P_j \quad (9-6)$$

L'élasticité-prix de la demande de gaz est alors donnée par la relation:

$$\eta_{G, P_G} = \sigma_{GG} \cdot S_G \quad (9-7)$$

où  $(\sigma_{GG})$  est l'élasticité de substitution d'Allen (AES) pour des rendements constants à l'échelle qui s'écrit:

$$\sigma_{GG} = [\alpha_{GG} + S_G(S_G - 1)] / S_G^2 \quad (9-8)$$

La translog pose cependant certains problèmes quant à son utilisation. Tout d'abord, il n'est pas facile de modifier le modèle pour y incorporer des variables explicatives additionnelles car le nombre de coefficients à estimer augmente sensiblement avec l'addition de variables. Par ailleurs, Bohi (1981) citant Kuh (1976) et Berndt, Fuss, et Waverman (1977), ajoute que l'utilisation d'un processus d'ajustement dans la translog crée des inconsistences et peut, par exemple, faire en sorte que l'élasticité à court terme soit supérieure à l'élasticité de long terme.

Hormis la translog, il existe d'autres formes dites flexibles en ce qui a trait aux fonctions de coûts qui sont spécifiées à partir des mêmes hypothèses que celles de la translog. Il y a, en effet, la fonction de coût unitaire généralisée de Leontief et également la fonction généralisée de racine quadratique de coût unitaire<sup>(9)</sup>. La fonction Leontief généralisée de coût unitaire est la suivante:

$$CM = 2 \sum_i \sum_j \beta_{ij} P_i^{\frac{1}{2}} P_j^{\frac{1}{2}} \quad (9-9)$$

où les  $(\beta_{ij})$  sont les paramètres à estimer. Utilisant le lemme de Shephard on obtient la fonction de demande du facteur.

$$\frac{\partial CM}{\partial P_G} = G = \beta_{GG} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq G}} \beta_{Gj} (P_j / P_G)^{\frac{1}{2}} \quad (9-10)$$

La fonction racine quadratique généralisée de coût unitaire est simplement:

$$CM = \left( \sum_i \sum_j \gamma_{ij} P_i P_j \right)^{\frac{1}{2}} \quad (9-11)$$

où les  $(\gamma_{ij})$  sont les paramètres à estimer. Utilisant à nouveau le lemme de Shephard on trouve la demande du facteur.

$$\frac{\partial CM}{\partial P_G} = G = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} \cdot \frac{P_j}{CM} \quad (9-12)$$

---

(9) - Voir Griffin (1982)

Après avoir passé en revue les différentes approches théoriques ainsi que les différentes formes fonctionnelles utilisées dans les études de demande de facteurs énergétiques, la prochaine section se propose de décrire le modèle qui sera utilisé dans le cadre de la présente étude.

LE MODELE



Après avoir vu, dans les précédentes sections, les différents concepts de la demande de facteur et, considérant les différentes approches tant dans leur aspect statique que dynamique ainsi que les formes fonctionnelles largement utilisées par de nombreux auteurs, la présente section propose de développer le modèle qui sera utilisé dans le cadre du présent travail. Pour cela, on dérivera tout d'abord, la fonction de demande de gaz naturel pour les industries manufacturières canadiennes après quoi on énumèrera les hypothèses sous-jacentes considérées. Enfin, on donnera une définition complète de toutes les variables utilisées.

CHAPITRE X: DERIVATION DE LA FONCTION DE DEMANDE DE GAZ

Le présent travail a pour but de développer un modèle de demande de gaz naturel pour les industries manufacturières canadiennes. Cependant, l'étude ne portera pas sur le secteur manufacturier dans son ensemble mais bien plus sur les principaux groupes d'industries qui se trouvent à l'intérieur du secteur manufacturier. De ce fait, il existe un deuxième degré de désagrégation au niveau de la demande de gaz dans l'industrie. Le premier palier est la distinction entre le secteur manufacturier et non-manufacturier alors que le deuxième palier est la distinction à l'intérieur même du secteur manufacturier.

Acceptons la maximisation du profit comme étant l'objectif qui guide les décisions de chaque groupe d'industries. Faisons l'hypothèse que pour chaque groupe il existe une fonction de production agrégée, continue, deux fois différentiable, strictement monotone et strictement quasi-concave, mettant en relation la quantité produite avec le niveau de quatre principaux facteurs de production, à savoir, le capital (K), le travail (L), l'énergie (EN) et les matières et fournitures (m).

$$Q = \hat{f}(K, L, EN, m) \quad (10-1)$$

où

$$\frac{\partial f}{\partial K} > 0 \quad , \quad \frac{\partial f}{\partial L} > 0 \quad , \quad \frac{\partial f}{\partial EN} > 0 \quad , \quad \frac{\partial f}{\partial m} > 0 \quad (10-2)$$

et

$$\frac{\partial^2 f}{\partial K^2} < 0 \quad , \quad \frac{\partial^2 f}{\partial L^2} < 0 \quad , \quad \frac{\partial^2 f}{\partial EN^2} < 0 \quad , \quad \frac{\partial^2 f}{\partial m^2} < 0 \quad (10-3)$$

Faisons également l'hypothèse de séparabilité entre les trois premiers facteurs et celui des matières et fournitures. L'hypothèse de séparabilité signifie ici que le taux marginal de substitution entre n'importe lesquels des trois principaux intrants est indépendant de la quantité utilisée de matières et fournitures (m). Ceci est une condition nécessaire et suffisante pour que la fonction de production soit de la forme:

$$Q = \hat{f}[h(K, L, EN); m] \quad (10-4)$$

Cette hypothèse s'est avérée nécessaire en raison de l'absence de données pertinentes nous permettant de construire un indice de prix pour les matières et fournitures (m).

Par ailleurs, il est possible de faire l'hypothèse de séparabilité entre les principales catégories du travail (L) et du capital (K) d'une part, et les différentes sources d'énergie à savoir le gaz naturel (G), le pétrole (O), le charbon (C) et l'électricité (E) d'autre part. Cette dernière hypothèse permet, quant à elle, l'utilisation d'indices de prix agrégés pour les facteurs travail et capital (L, K). De plus, on suppose que le travail et le capital sont homothétiques dans leur composante. A partir de cette hypothèse il est possible de réécrire (10-4) de façon différentes:

$$Q=f[\phi_1[g(K,L),k(G,O,C,E)];m] \quad (10-5)$$

Afin de tenir compte de l'effet dynamique, c'est à dire dériver un processus d'ajustement reflétant l'aspect temporel, il est possible d'inclure dans la fonction de production (10-5), la variation temporelle de la quantité consommée de gaz naturel ( $\dot{G}$ ).

$$Q=f[\phi_2[g(K,L),k(G,O,C,E),\dot{G}];m] \quad (10-6)$$

où  $(\partial f / \partial \dot{G})_0$  représente le coût d'ajustement interne du gaz naturel. En effet, la consommation de gaz naturel par une industrie requiert, de par sa nature, une structure de capital beaucoup plus importante et beaucoup plus rigide que la consommation des autres facteurs énergétiques. Contrairement au pétrole ou au charbon, le gaz naturel n'est pas facilement stockable dans des réservoirs. De ce fait, dès que le gaz est extrait de sa réserve sous-terreine, il est acheminé vers le marché pour la consommation. De plus, le gaz naturel sera acheminé vers le marché uniquement si la quantité transportée a déjà été achetée dans le cadre d'un contrat. Par ailleurs, en raison des coûts de transport qu'occasionne le gaz naturel, les compagnies de transport exigent, très souvent, des contrats prévalant sur une période bien définie. Dûe, justement, à la difficulté de stockage du combustible et également à la nature des contrats d'achat de gaz, le client se trouve à consom-

mer, à l'intérieur de la durée du contrat, la quantité de gaz achetée et ce même si un changement survient dans le rapport des prix relatifs avec d'autres sources d'énergie. De ce fait, les délais de réaction seront plus long dans le cadre du gaz naturel que pour d'autres facteurs dont le niveau est plus à changer. Toute variation dans la demande de gaz entraîne alors des coûts d'ajustements dans les équipements qui consomment ce combustible et il est possible de tenir compte de cet effet en introduisant la variable  $(\dot{G})$ . En effet, en raison des contraintes énumérées, il est possible de considérer la demande de gaz comme une demande de stock et en faisant cela on tient indirectement compte des effets de variation du stock de capital et d'équipements.  $(\dot{G})$  obéit alors à :

$$\dot{G} = \chi_G (G^* - G) \quad (10-7)$$

où  $(G^*)$  est le niveau désiré du stock de gaz naturel à la période présente et  $(\chi_G)$  représente, quant à lui, l'accélérateur flexible.

Enfin, notons qu'il est réaliste de penser que le niveau de la production dépend également de différents facteurs d'accessibilité que l'on regroupe dans la variable  $(A)$ . En effet, il est raisonnable de penser que toute production se fera s'il est possible de s'approvisionner en différents facteurs de production et également si le marché du produit est accessible. En d'autres

termes, les firmes appartenant à un groupe d'industries se localiseront toujours à proximité de voies d'accès (voies terrestres, aériennes ou maritimes) tant pour s'approvisionner sur le marché de facteurs que pour l'approvisionnement du marché du produit. Il est alors possible de réécrire (10-6) en y ajoutant la variable (A).

$$Q=f[\phi_3[g(K,L),k(G,O,C,E),\dot{G},A];m] \quad (10-8)$$

Supposons, à présent, qu'il existe une fonction de coût duale à la fonction de production (10-8). Lorsque la quantité (Q) et les prix des facteurs sont exogènes, on peut alors écrire la forme implicite de cette fonction de coût duale.

$$CV=V[\theta_1(P_K,P_L),\theta_2(P_O,P_C,P_E),G,\dot{G},Q,A] \quad (10-9)$$

où (CV) est le coût variable,  $(P_K,P_L)$  les prix du travail et du capital,  $(P_O,P_C,P_E)$  les prix des facteurs énergétiques sauf le gaz, (A) la variable d'accessibilité qui est également exogène. La fonction de coût total est obtenue en ajoutant les coûts d'ajustements à (10-9):

$$CT=CV+P_C G \quad (10-10)$$

On minimise, à présent, la fonction de coût total pour la trajectoire optimale  $(\dot{G})$  ( qui doit tendre vers zéro à l'équilibre).

$$\min_{G, \dot{G}} V(0) = e^{-rt} [\theta_3 (P_L, P_K, P_O, P_C, P_E, G, \dot{G}, Q, A) + P_G \dot{G}] dt \quad (10-11)$$

On peut dériver, à partir de (10-11), la fonction de demande pour le niveau désiré de stock de gaz naturel ( $G^*$ ) qui est déterminé par la relation suivante:

$$G^* = g(P_G, P_O, P_C, P_E, P_L, P_K, Q, KMG) \quad (10-12)$$

KMG € A

où (KMG) est le kilométrage de gazoduc représentant la variable d'accessibilité pour le gaz naturel. Par ailleurs, en réécrivant (10-7) sous sa forme discrète on obtient:

$$G_t - G_{t-1} = \gamma_G (G_t^* - G_{t-1}) \quad (10-13)$$

qui peut se réécrire de la façon suivante:

$$G_t = \gamma_G (G_t^* - G_{t-1}) + G_{t-1} \quad (10-14)$$

ou encore:

$$G_t = \gamma_G G^* + (1 - \gamma_G) G_{t-1} \quad (10-15)$$

On retombe alors sur les modèles de Balestra (1967) et de Houthakker et Taylor (1970) si l'on contraint l'accélérateur \*

fléxible ( $\gamma_G$ ) à être constant, contrairement à la démarche de Berndt, Fuss et Waverman (1979) dont le niveau de l'accélérateur varie avec le niveau de différentes variables notamment avec celui du taux d'intérêt ( $r$ ).



## CHAPITRE XI: LES HYPOTHESES SOUS-JACENTES

Il existe un assez grand nombre d'industries ou groupes d'industries consommateurs de gaz naturel pour nous permettre de faire l'hypothèse de concurrence entre ces derniers pour l'achat de ce produit. En effet, il est possible de considérer un impact minime sur la demande totale, d'une variation dans la demande de gaz naturel d'un seul groupe d'industries.

Du côté de l'offre, on définiera celle-ci comme étant le transport et la distribution de gaz naturel plutôt que l'exploration et la production de cette ressource. De ce fait, on peut faire l'hypothèse de l'existence d'un monopole pour l'offre de gaz aux industries manufacturières. Il est, en effet, réaliste et acceptable de poser une telle hypothèse car la compagnie TransCanada PipeLine (TCPL) est, dans le moment, la seule compagnie à distribuer le gaz naturel en provenance du bassin sédimentaire de l'Ouest. Par ailleurs, cette dernière est très réticente à transporter du gaz dont elle n'est pas propriétaire à 100%. A partir de cette hypothèse, il devient possible, pour le monopole, de discriminer entre ses différents clients selon l'élasticité-prix de la demande de ces derniers.

La quantité de gaz naturel achetée par les industries manufacturières est utilisée uniquement dans le processus de production

de façon directe ou indirecte. Par conséquent, on ne considère que la partie transformation du produit c'est à dire que l'on ne considère aucune dépense pouvant être faite dans le secteur administratif telle que les dépenses en chauffage pour chauffer les locaux. Cette hypothèse nous permet donc de ne pas tenir compte d'éléments tels que les conditions climatiques et la température dans les usines. Notons également que les catalogues de Statistique Canada font une classification qui sépare le secteur administratif du secteur de transformation (non-administratif) afin de tenir compte des dépenses qui ne sont pas reliées à la production.

En ce qui a trait aux autres facteurs de production, chaque groupe d'industries se trouve en concurrence sur le marché de chaque facteur et ce pour les mêmes raisons énumérées un peu plus haut, sauf en ce qui concerne l'électricité où ce sont, généralement, des monopoles qui ont l'offre en main. L'existence de ces monopoles régionaux implique également une discrimination selon l'élasticité-prix de chaque groupe d'industries manufacturières, ce qui explique l'absence de prix uniforme parmi les groupes consommateurs d'électricité.

La présente étude distingue également trois grandes régions manufacturières au Canada à savoir le Québec, l'Ontario et la Colombie-Britannique. Cette distinction nous amène, quant à elle, à faire les hypothèses suivantes:

1)- Chaque groupe d'industries manufacturières possède la même technologie dans son processus de production et ce quelque soit la région dans laquelle elle opère.

2)- Les industries manufacturières se situant à l'intérieur d'une région donnée sont distribuées de façon homogène dans l'espace.

3)- Chaque groupe d'industries ne produit qu'un seul et unique bien et se trouve en concurrence sur le marché de celui-ci. Cette hypothèse nous permettra d'utiliser les ventes réelle afin de représenter la production.

4)- Le prix du gaz naturel, à l'intérieur d'une région, est le même en tout point. Les différences selon les industries découlent, telle que mentionnée plus haut, de la discrimination du monopole . Cependant, les prix diffèrent d'une région à l'autre. On suppose alors que les écarts existant sont dûs essentiellement aux coûts de transport d'une région à l'autre. Le fait, par exemple, que les industries manufacturières du Québec payent, toute chose étant égale par ailleurs, un prix plus élevé que les industries manufacturières de l'Ontario découle de la position géographique plus éloignée du Québec par rapport au bassin sédimentaire de l'Ouest.

5)- Le réseau de gazoduc existant à l'intérieur de chaque

région étudiée est supposément réparti de façon homogène de sorte que l'on peut faire l'hypothèse que c'est l'accroissement de l'ensemble du réseau dans une région qui a un impact sur la demande et non pas l'expansion du réseau selon le diamètre du tuyau et la direction de celle-ci. Cette hypothèse peut, à première vue, paraître irréaliste, se voulant peut-être un outil efficace afin d'éviter les problèmes découlant de la notion d'espace. Cependant, les industries manufacturières sont, en très grande partie, concentrée dans les grandes agglomérations ou bien dans les grands centres industriels. Par ailleurs, le réseau de gazoduc est développé en fonction des grandes agglomérations et des grands centres industriels. Alors, cette hypothèse est, dans une certaine mesure moins étonnante qu'on pourrait le penser.

A partir des hypothèses présentées ci-dessus, il devient possible, à présent, de proposer la forme générale de la demande de gaz pour chaque groupe d'industries. En effet, le prix de l'offre de gaz étant un prix administré et les utilisateurs étant en concurrence, il n'y a aucune raison de croire que le prix soit déterminé simultanément avec la quantité. Pour cette raison, on suppose ici que la demande peut être modélisée séparément:

$$G_{ijt} = g(P_{fijt}, Q_{ijt}, KMG_{jt}, G_{ijt-1}) \quad (11-1)$$

$i = 1, \dots, n$   
 $j = QB, ON, CB, CN$   
 $t = 1, \dots, T$   
 $f = G, O, C, E, K, L$

Les indices représentent, selon le cas; l'industrie (i), la région (j), le temps (t) et le facteur (f).

## CHAPITRE XII: DEFINITION DES VARIABLES

A l'intérieur du modèle, nous pouvons distinguer deux grandes catégories de variables. La première catégorie est le vecteur des prix des facteurs de production alors que la seconde correspond aux autres variables du modèle.

### A)- Les Variables Prix

Il existe six facteurs de production pour lesquels on distingue des prix. Notons que ceux-ci ne sont pas observable directement et pour les obtenir, il a fallu faire certaines manipulations dans les données brutes.

#### 1)- Le Prix des Combustibles<sup>(10)</sup>

Le prix de chacun des quatres combustibles est défini de la manière suivante:

$$P_{\text{COMB}} = \frac{V_{\text{TACOMB}}}{\text{COMB}} \quad P_{\text{COMB}} \in P_f \quad (12-1)$$

où ( $P_{\text{COMB}}$ ) représente le prix moyen du combustible, ( $V_{\text{TACOMB}}$ ) la valeur totale des achats de combustible et ( $\text{COMB}$ ), quant à lui, représente la quantité achetée du combustible. Bien que les prix du gaz, du charbonnet de l'électricité n'aient pas posé de problème, en revanche, il a fallu être sélectif lorsqu'est venu le temps de

---

(10)- Voir Catalogues 57-208 et 57-506 de Statistique Canada.

faire un choix sur le prix du pétrole. En effet, le pétrole permet de dériver de nombreux produits pour lesquels il existe des marchés notamment pour l'essence, le mazout léger, le mazout lourd, le kérosène, le diesel et les gaz de pétrole liquéfiés. deux classes de produits ont alors été constituées à l'intérieur des produits pétroliers. Utilisant la définition de 1961 de Statistique Canada, il a été possible de regrouper le diesel, le kérosène, le mazout lourd et le mazout léger sous le nom de "Mazout". Par ailleurs, c'est le prix moyen du mazout qui a été choisi pour représenter ( $P_{0,ijt}$ ) et ce pour la raison suivante: Les équipements employés dans le processus de production des industries manufacturières utilisent surtout le mazout pour leur fonctionnement alors que la part du gaz de pétrole liquéfié et de l'essence est très petite dans la consommation totale des dérivées pétrolières. De plus, si à l'intérieur d'une industrie, une substitution doit se faire entre le gaz naturel et le pétrole, c'est dans le mazout qu'il y a la plus grande probabilité de trouver cette substitution. En procédant de cette façon, on élimine également la forte corrélation qui pourrait exister entre l'évolution du prix du mazout et celle des prix des deux autres dérivées.

Cependant, afin de ne pas laisser entièrement de côté le gaz de pétrole liquéfié et l'essence, puisque les industries manufacturières consomment également ces deux combustibles pour faire fonctionner leur équipement, il a été décidé de constituer un seul prix pour ces deux ressources en agrégeant la valeur des

achats et la quantité achetée de chacun. Ce prix a alors été utilisé en tant que facteur de normalisation pour les autres prix en divisant ces derniers par le premier.

### 2)- Le prix du Travail <sup>(11)</sup>

Il se trouve différentes façon de définir un prix moyen pour le facteur travail. On peut, par exemple, diviser les dépenses totales en salaires ( $W_{ijt}$ ) par le nombre de travailleurs dans l'industrie ( $L_{ijt}$ ) ce qui nous donnerait le coût moyen de chaque unité de stock de travail. Cependant, ce genre de définition ne représente pas le coût d'usage du travail mais plutôt le coût de chaque unité de stock de main-d'oeuvre. Le coût d'usage du travail est fonction du nombre d'heures travaillé ( $H_{ijt}$ ). Par conséquent, on définit le prix du travail comme suit:

$$P_{L,ijt} = \frac{W_{ijt}}{H_{ijt}} \quad (12-2)$$

### 3)- Le Prix du Capital <sup>(12)</sup>

La définition du prix du capital utilisée dans la présente étude est tirée de celle proposée initialement par Jorgenson (1963) et plus tard notamment par Berndt, Fuss et Waverman (1979) appelée " coût d'usage du capital ".

---

(11)- Voir Catalogue 31-203 de Statistique Canada

(12)- Voir Catalogue 13-568 de Statistique Canada  
Revue de la Banque du Canada



$$P_{K,it} = q_{K,it}(r_t + \delta_i) \quad (12-3)$$

où  $(q_{K,it})$  est l'indice du prix moyen de la machinerie dans chaque industrie,  $(r_t)$  étant le taux d'intérêt appliqué au secteur manufacturier. Etant donné que les firmes manufacturières sont des compagnies incorporées, il semble opportun de prendre le taux d'intérêt appliqué aux obligations des entreprises et des corporations. Enfin, en ce qui a trait au taux de dépréciation des équipements et machines utilisés dans le processus de production  $(\delta_i)$ , on le définit comme suit:

$$\delta_i^{(13)} = \begin{cases} \frac{1}{t} & \text{pour } 0 < t \leq T \\ 0 & \text{autrement} \end{cases} \quad (12-4)$$

Supposons, à présent que la durée de vie de l'équipement soit de 15 ans et que l'investissement initial est entrepris à la première année. Supposons également que l'on retire la machine après dix années de services (c.à.d à la onzième année) en raison d'obsolescence technologique. Cela équivaut à déduire la valeur résiduelle de l'équipement de la valeur de stock de capital déjà en place. Ce procédé le taux de dépréciation  $(\delta_i)$  un peu moins linéaire <sup>(14)</sup>. C'est de cette façon que procède Statistique Canada,

---

(13)- *Amortissement Linéaire. Voir Hall et Jorgenson (1967).*

(14)- *Voir Young et Musgrave (1980).*

en déduisant la valeur de l'investissement initial dès la fin de la durée de vie de l'équipement, ce qui pour conséquence de rendre plus ou moins non-linéaire le taux de dépréciation (12-4) utilisé par le bureau<sup>(15)</sup>.

### B)- Les Autres Variables

On retrouve trois groupe de variables à l'intérieur de la présente catégorie.

#### 1)- La Production (16)

La production, dans chaque groupe d'industries devrait être exprimée par le niveau réel des ventes:

$$Q_{ijt} = \frac{V_{ijt}}{P_{v,it}} \quad (12-5)$$

En incluant une telle variable, nous tenons implicitement compte des effets tant conjoncturel que structurel sur le niveau de la demande de gaz. Cependant, la présente étude a utilisé, par erreur, le niveau nominal des ventes au lieu de leur niveau réel. Les résultats obtenus restent, néanmoins, bons en raison de la forte corrélation qui existe entre ces dernières.

---

(15)- *Catalogue 13-568, Tableau explicatif I.*

(16)- *Catalogues 62-543 et 31-203 de Statistique Canada.*

## 2)- La Consommation de Gaz

Dans ce groupe on distingue, tout d'abord, la variable dépendante correspondant aux achats réels de chaque groupe. On retrouve également cette variable avec un retard d'une période en tant que déterminant des achats réels présents, afin de tenir compte des effets d'ajustement d'une période à l'autre.

## 3)- Le Réseau de Gazoduc<sup>(17)</sup>

Contrairement au charbon et au pétrole, le gaz naturel n'est pas un produit qui peut se transporter et se stocker avec facilité. Pour cette raison, l'accessibilité au réseau de gazoduc est primordiale pour sa consommation.

Il a été précédemment dit que l'expansion du réseau gazoduc peut, sous certaines conditions, représenter une plus grande accessibilité à la ressource. Cependant, le réseau de gazoduc, dans chaque région se divise en trois parties. La première partie que l'on appelle la collecte, la seconde partie qui est la transmission (où le diamètre du tuyau est plus grand) et enfin, le réseau de distribution. En ce qui a trait au réseau de transmission du système de gazoduc, il existe souvent une forte corrélation entre les niveaux de chaque période. En effet, le niveau de cette partie du

---

(17) - Voir Catalogue 57-205 de Statistique Canada.

systeme reste souvent le même durant plusieurs années ce qui a tendance à la rendre moins attrayante lorsqu'on veut connaître l'effet d'une expansion continue. Toutefois, le fait de ne pas considérer cette partie du réseau peut éventuellement présenter des lacunes dont l'auteur a conscience. Le réseau de distribution de gaz présente, en revanche, une croissance continue dans toutes les régions et semble plus attrayant pour représenter une plus grande accessibilité des industries manufacturières au gaz naturel.

La description générale du modèle ayant été complétée, il est à présent possible d'aborder le cadre empirique de ce travail.

CADRE EMPIRIQUE

La présente section aborde le coeur du présent travail soit l'estimation de la demande de gaz naturel dans les principaux groupes d'industries manufacturières canadiennes en tant que telle. Les précédents chapitres ont été, en fait, un cheminement nécessaire à la compréhension du phénomène " Gaz Naturel " qui pendant longtemps s'est retrouvé négligé dans les études économiques.

Pour cela, dans un premier temps, la description de la méthode d'estimation utilisée soulignera l'originalité du présent travail et situera certaines différences ou points communs avec d'autres méthodes d'estimation portant sur la demande de gaz naturel dans les industries. En deuxième lieu, l'étude engagée présentera les groupes d'industries retenus dans le présent cadre et décrira les caractéristiques éventuelles de chaque groupe. Enfin, dans la dernière partie, les différents résultats obtenus seront exposés.

CHAPITRE XIII: METHODE ET PROCEDURE D'ESTIMATION

A)- Méthode d'Estimation (18)

Si l'on considère l'ensemble des études portant sur la demande de différentes sources d'énergie au Canada, on constatera facilement que le nombre portant sur la demande de gaz, de façon spécifique, est très petit. Cependant, il existe une autre particularité au présent travail et celle-ci réside dans la méthode d'estimation. En effet, la très grande majorité de ces études choisissent, à priori, une forme fonctionnelle spécifique et contraignent, par la même occasion, le comportement de la demande du combustible. Le présent travail utilise, quant à lui, une méthode apparue au début des années soixante et développée de façon beaucoup plus importante vers la fin des années soixante-dix. Cette méthode est celle de Box et Cox (1964) qui applique sur les variables des transformations définies comme:

$$y^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{y^\lambda - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \ln y & \lambda \rightarrow 0 \end{cases} \quad (13-1)$$

De ce fait, si l'on applique des transformations Box-Cox tant sur la variable dépendante que sur les variables explicatives,

---

(18)- Voir: Gaudny (1985)  
 Dagenais, Gaudny, Liem (1985)  
 Gaudny et Dagenais (1979)  
 Gaudny et Wills (1977)

nous aurons le modèle suivant :

$$Y_t^{(\lambda_Y)} = \sum_{k=1}^M \beta_k X_{kt}^{(\lambda_X)} + \epsilon_t \quad (13-2)$$

Il est alors possible de constater que (9-1), (9-2), (9-3) et (9-4) sont des cas particuliers de (13-2). En effet, si ( $\lambda_Y = \lambda_X = 1$ ), nous retrouvons (9-1) comme cas particulier. Dans le cas contraire si ( $\lambda_Y = \lambda_X = 0$ ), nous avons (9-4) comme cas particulier de (13-2). Si ( $\lambda_Y = 0$ ) et ( $\lambda_X = 1$ ) nous tombons sur le cas particulier (9-3) alors que dans le cas inverse, c'est à dire si ( $\lambda_Y = 1$ ) et ( $\lambda_X = 0$ ) nous tombons sur le cas particulier (9-2). Hormis les quatres cas énumérés, il est possible d'avoir des formes quadratiques comme cas particuliers ou bien encore des modèles tels que (9-5), (9-9) et (9-11) <sup>(19)</sup>. Par conséquent, nous pouvons constater que la méthode d'estimation utilisée ici impose, à priori, moins de contraintes sur la forme fonctionnelle de la demande de gaz et a , de plus, le grand avantage d'avoir de nombreuses formes fonctionnelles comme cas particuliers.

En ce qui a trait à la partie aléatoire du modèle, c'est à dire le terme d'erreur ( $\epsilon_t$ ), les transformations Box-Cox affectent souvent celle-ci en créant de l'hétéroscédasticité. En d'autres termes, ces transformations affectent la variance de l'erreur du

---

(19)- Voir Berndt et Khaled (1979).



modèle qui dans un tel cas n'est plus constante (homoscédastique). Dans un tel cas il serait également possible d'intervenir pour corriger une telle situation en utilisant la formulation suivante:

$$\varepsilon_t = \left[ \exp \left( \delta_0 + \sum_{m=1}^M \delta_m Z_{mt} (\lambda Z_m) \right) \right]^{-\frac{1}{2}} v_t \quad (13-3)$$

où

$$v_t = \sum_{h=1}^H \beta_h v_{t-h} + w_t \quad (13-4)$$

La formulation (13-3) permet de s'assurer que la variance de l'erreur est constante et ainsi contrôler l'hétéroscédasticité afin de ne pas confondre forme du modèle et variance de l'erreur. Il est également possible de corriger les problèmes d'autocorrélation survenant dans les séries chronologiques en incluant (13-4). Nous n'utiliserons, cependant pas cette dernière en raison du fait que les données sont un amalgame de séries chronologiques et de coupe instantannée.

#### B)- Procédure d'Estimation

Le présent travail utilise le logiciel L1.2<sup>(20)</sup> conçu à l'Université de Montréal pour les procédures d'estimation avec transformations Box-Cox sur les variables. Cette procédure maximise

---

(20)- Voir Liem, Dagenais et Gaudry (1983).

le log-concentré de la fonction de vraisemblance suivante:

$$L = \prod_{t=1+\hat{t}}^T \frac{1}{\hat{\sigma}_w^2 (2\pi)^{\frac{1}{2}}} \frac{y_t^{\lambda_Y - 1}}{[f(X_t)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{1}{2\hat{\sigma}_w^2} \left( \frac{\varepsilon_t}{[f(X_t)]^{\frac{1}{2}}} - \sum_{h=1}^H \frac{\varepsilon_{t-h}}{[f(X_{t-h})]^{\frac{1}{2}}} \right)^2\right]$$

$$\text{où } \varepsilon_t = y_t^{(\lambda_Y)} - \beta_K X_{Kt} \quad (13-5)$$

La fonction log-concentrée finale possède alors la forme:

$$\text{Log } L^{**} = \frac{T-\hat{t}}{2} [1 + \ln(2\pi)] - \frac{T-\hat{t}}{2} \ln \hat{\sigma}_w^2 + (\lambda_Y - 1) \sum_{t=1+\hat{t}}^T \ln y_t - \frac{1}{2} \sum_{t=1+\hat{t}}^T \ln f(X_t)$$

(13-6)

L'idée est donc de partir avec un modèle contraint comme le modèle linéaire et au fur et à mesure, de libérer les contraintes sur la fonction en libérant les coefficients ( $\lambda$ ) à estimer tant et aussi longtemps que le modèle s'améliore significativement selon des critères statistiques. Il existe deux étapes pour vérifier cela: Tout d'abord, il s'agit de vérifier si la relâche de la contrainte se traduit par des paramètres ( $\lambda$ ) significatifs. Ces paramètres suivent une loi "t de Student" conditionnelle à  $(T-k)$  degrés de liberté ( $t_{\alpha, T-k}$ ). Par la suite, il s'agit de tester si l'impact de cette relâche de contrainte affecte significativement le niveau du log-concentré de la fonction de vraisemblance. Le test utilisé est fondé sur la loi suivante:

$$2(\text{Log } L_1^{**} - \text{Log } L_0^{**}) \sim \chi^2_{X, (k_1, k_0)} \quad (13-7)$$

où  $(L_1^{**})$  et  $(L_0^{**})$  sont les valeurs respectives du log-concentré de la fonction de vraisemblance du modèle non-contraint et du modèle contraint.  $(k_1, k_0)$  sont, quant à elles, les degrés de liberté respectifs de chaque modèle.

Hormis les coefficients  $(X)$  et  $(\beta_k)$  du modèle, la procédure utilisée permet de calculer deux types d'élasticité.

- 1)- Les coefficients d'élasticité définis en fonction des valeurs échantillonnelles.

$$\eta_{jt}^{(s)} = \frac{\frac{\partial y_t}{\partial X_{jt}}}{\frac{y_t}{X_{jt}}} = \frac{1}{y_t X_{jt}} (X_{jt}^{\alpha_j} \beta_j + G_{jt}) \quad (13-8)$$

où

$$G_{jt} = \begin{cases} 0 & \text{si } f(X_t) \text{ n'est pas fonction de } X_{jt} \\ \frac{1}{2} X_{mt}^{\alpha_m} \delta_m(y_t^{(\alpha_Y)}) - \sum_k X_{kt}^{\alpha_k} \beta_k & \text{si } f(X_t) \text{ contient un } X_{mt} = X_{jt} \end{cases}$$

- 2)- Le coefficient d'élasticité défini en fonction de l'espérance de  $y_t$ .

$$\begin{aligned} \eta_{jt} &= \frac{\delta E(Y_t)}{\delta X_{jt}} \frac{X_{jt}}{E(Y_t)} \\ &= \frac{1}{E(Y_t)} \int_{R(w)} [Y_t(w)]^{1-\lambda_Y} [X_{jt}^{\lambda_{Xj}} \beta_j + H_{jt}(w)] N(w) d(w) \end{aligned} \quad (13-9)$$

où

$$H_{jt}(w) = \begin{cases} 0 & \text{si } f(X_t) \text{ n'est pas} \\ & \text{fonction de } X_{jt} \\ \frac{1}{2} X_{mt}^{\lambda_{Xm}} \delta_m [f(X_t)]^{\frac{1}{2}} \left[ \sum_h \rho_h (Y_{t-h}^* - \sum_k X_{k,t-h} \beta_k) + w \right] & \text{si } f(X_t) \text{ contient un} \\ & X_{mt} = X_{jt} \end{cases}$$

Par ailleurs, lorsque (  $\lambda_Y=0$  ) et que  $f(X_t)$  n'est pas fonction de  $(X_{jt})$  alors:

$$\eta_{jt}^{(s)} = \eta_{jt}^{(e)} = X_{jt}^{\lambda_{Xj}} \beta_j \quad (13-10)$$

De plus, si (  $\lambda_{Xj}=0$  ) alors:

$$\eta_{jt}^{(s)} = \eta_{jt}^{(e)} = \beta_j \quad (13-11)$$

CHAPITRE XIV: CADRE METHODOLOGIQUE

L'équation de la demande estimée pour les industries manufacturières a pour point de départ la relation (10-14). Cette relation n'est, toutefois, qu'une approximation et ce à deux titres:

- 1)- La forme avec accélérateur flexible n'est exacte que pour une technologie quadratique.
- 2)- Même pour une technologie quadratique, le  $(\gamma_G)$  est variable. ( varie avec  $(r)$  ).

En général, la forme fonctionnelle de l'ajustement de stock est plus complexe que (10-14). Afin de mieux tenir compte de cette complexité, il est possible de faire une meilleure approximation en appliquant des transformations Box-Cox sur les variables:

$$G_{ijt}^{(\lambda_Y)} = \gamma_G [G_{ijt}^{*(\lambda_{Z1})} - G_{ijt-1}^{(\lambda_{Z2})}] + G_{ijt-1}^{(\lambda_{Z2})} \quad (14-1A)$$

On retrouve alors la relation (10-14) en tant que cas particulier de (14-1A) lorsque tous les lambdas sont égaux à "un". (14-1A) peut se réécrire de la façon suivante:

$$G_{ijt}^{(\lambda_Y)} = \gamma_G G_{ijt}^{*(\lambda_{Z1})} + (1 - \gamma_G) G_{ijt-1}^{(\lambda_{Z2})} \quad (14-1B)$$

La variable  $(G_{ijt}^*)$  correspond, quant à elle, au niveau désiré

du stock de gaz naturel à chaque période qui est déterminée par la relation (10-12) et sur laquelle on applique des transformations Box-Cox des variables.

$$G_{ijt}^{*(\lambda_{z1})} = \beta_0^* + \beta_1^* P_{G,ijt}^{(\lambda_{x1})} + \beta_2^* P_{C,ijt}^{(\lambda_{x2})} + \beta_3^* P_{L,ijt}^{(\lambda_{x3})} + \beta_4^* P_{K,it}^{(\lambda_{x4})} \\ + \beta_5^* P_{O,ijt}^{(\lambda_{x5})} + \beta_6^* P_{E,ijt}^{(\lambda_{x6})} + \beta_7^* Q_{ijt}^{(\lambda_{x7})} + \beta_8^* KMG_{jt}^{(\lambda_{x8})}$$

(14-2)

Ne connaissant pas les valeurs de  $(G_{ijt}^*)$ , les échantillons recueillis ne portant que sur  $(G_{ijt})$ , il est alors possible de substituer la relation (14-2) dans (14-1B), ce qui nous donne:

$$G_{ijt}^{(\lambda_y)} = \beta_0 + \beta_1 P_{G,ijt}^{(\lambda_{x1})} + \beta_2 P_{C,ijt}^{(\lambda_{x2})} + \beta_3 P_{L,ijt}^{(\lambda_{x3})} + \beta_4 P_{K,it}^{(\lambda_{x4})} \\ + \beta_5 P_{O,ijt}^{(\lambda_{x5})} + \beta_6 P_{E,ijt}^{(\lambda_{x6})} + \beta_7 Q_{ijt}^{(\lambda_{x7})} + \beta_8 KMG_{jt}^{(\lambda_{x8})} + \beta_9 G_{ijt-1}^{(\lambda_{x9})}$$

où

$$\beta_k = \begin{cases} \gamma_G \cdot \beta_k^* & k=0, \dots, 8 \\ (1 - \gamma_G) & k=9 \end{cases}$$

$$\lambda_{x9} = \lambda_{z2}$$

Par ailleurs, une hypothèse retenue dans l'étude est l'identité des coefficients lambdas de  $(G_{ijt})$  et  $(G_{ijt-1})$ . Par la relation (14-1B) on peut, en effet, remarquer que  $G_{ijt} = f(G_{ijt}^*)$ . il est possible d'appliquer le même raisonnement pour la variable

dépendante retardée soit que  $G_{ij,t-1} = \hat{f}(G_{ij,t-1}^*)$ .

Enfin, il est à noter que le cadre analytique de ce travail est sous forme de coupe instantannée-séries chronologiques, c'est à dire que les séries chronologiques portant sur la période 1962-1981, pour chaque région, ont été rassemblées dans un même vecteur pour fin d'analyse. En effet, les séries de données sur la consommation de combustible dans les industries manufacturières ne débutent qu'en 1962 dans les catalogues de Statistique Canada. C'est dans le but d'utiliser un échantillon suffisamment grand par rapport au nombre de paramètres du modèle que l'on utilise la procédure décrite ci-dessus. De plus, afin de tenir compte de l'importance de chaque province manufacturière dans la demande de gaz de chaque groupe d'industries étudié, il a été décidé de rajouter des variables dichotomiques dans le modèle, variables sur lesquelles des transformations Box-Cox ne sont pas appliquées. Ceci rajouté à la relation (14-3) nous donne: (21)

$$\begin{aligned}
 G_{ij,t}^{(X_Y)} = & \beta_0 + \beta_1 P_{G,ij,t}^{(\lambda_{X1})} + \beta_2 P_{C,ij,t}^{(\lambda_{X2})} + \beta_3 P_{L,ij,t}^{(\lambda_{X3})} + \beta_4 P_{K,it}^{(\lambda_{X4})} \\
 & + \beta_5 P_{O,ij,t}^{(\lambda_{X5})} + \beta_6 P_{E,ij,t}^{(\lambda_{X6})} + \beta_7 Q_{ij,t}^{(\lambda_{X7})} + \beta_8 KMG_{jt}^{(\lambda_{X8})} \\
 & + \beta_9 G_{ij,t-1}^{(\lambda_{X9})} + \beta_{10} D_{CB} + \beta_{11} D_{QB} + \beta_{12} D_{ON}
 \end{aligned}$$

(14-4)

---

(21)- Les transformations Box-Cox sur les variables ne sont possibles que sur les observations strictement positives. Voir Liem, Dagenais, Gaudry (1983).

### Les Groupes d'Industries étudiées

Les catalogues de Statistique Canada définissent vingt principaux groupes d'industries manufacturières auxquels ils attribuent des codes numériques allant de un à vingt. La présente étude a sélectionné, dès le départ, les groupes d'industries manufacturières qui consomment une quantité importante de gaz naturel. Le critère d'une telle sélection était la consommation minimale d'un million de pieds cubes de gaz naturel en 1979, dans chaque région étudiée. Ce critère éliminait d'office les groupes portant les codes 02,04, 06,07 et 18. Un second critère de sélection fut la période de vingt années sur laquelle porte l'étude soit la période 1962-1981. Ce critère a, pour sa part, éliminé de l'étude les groupes portant les codes 12,15,16,17,19 et 20. La raison de ce dernier critère est essentiellement l'absence de données, à différentes périodes, et la grande difficulté à reconstituer ces dernières.

Ces deux critères nous laissent donc avec l'étude de neuf groupes d'industries manufacturières qui sont les groupes 01,03, 05,08,09,10,11,13 et 14 (Tableau 4). Cela représente 37% de la demande canadienne de gaz naturel en 1979 ainsi que 39% de la demande ontarienne, 19% de la demande de gaz naturel au Québec et 62% de la demande de gaz des industries manufacturières de la Colombie-Britannique pour la même année.

Le nombre d'observations dans chaque régression varie de groupe



d'industries en groupe d'industries (Tableau 3). Toutes les variables énumérées se retrouvent dans chacune des régressions, pour chaque groupe d'industries, sauf en ce qui a trait aux variables dichotomiques et au prix relatif du charbon que l'on ne retrouve que dans les groupes 01, 08 et 10. En effet, la consommation de charbon en tant que combustible est extrêmement faible, pour ne pas dire nulle, dans la quasi-totalité des groupes et ce y compris dans les groupes d'industries non considérés.

TABLEAU 3: LISTE DES REGIONS ET NOMBRE D'OBSERVATIONS (PAR GROUPE)

| GROUPE                         | 01 | 03 | 05 | 08 | 09 | 10 | 11 | 13 | 14 |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| REGION                         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| COLOMBIE-BRITANNIQUE           | X  |    |    | X  |    | X  |    |    |    |
| QUEBEC                         | X  |    | X  |    |    | X  |    | X  |    |
| ONTARIO                        | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| CANADA                         | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| NOMBRE TOTAL<br>D'OBSERVATIONS | 76 | 38 | 57 | 57 | 38 | 76 | 38 | 57 | 38 |

\* Il manque une observation par région en raison de la présence de la variable dépendante retardée.

Par ailleurs, l'inclusion de la variable dépendante retardée dans la régression nous fait perdre une observation par région. En effet, le nombre total d'observations, dans le tableau (3) n'est pas un multiple de vingt (20) mais plutôt un multiple de dix-neuf.

TABLEAU 4: DESCRIPTION DES GROUPE D'INDUSTRIES MANUFACTURIERES  
SELON LEUR CODE NUMERIQUE

| CODE | GROUPE D'INDUSTRIES CORRESPONDANT         |
|------|---|
| 01   | Aliments et Boissons                      |
| 03   | Caoutchouc et Produits en Plastique       |
| 05   | Textile                                   |
| 08   | Bois                                      |
| 09   | Meubles et Articles d'Ameublement         |
| 10   | Papier et Activités Connexes              |
| 11   | Imprimerie, Edition et Activités Connexes |
| 13   | Fabrication et Produits de Metal          |
| 14   | Fabrication de Machines                   |

#### LES ATTENTES

Tout d'abord en ce qui concerne la forme fonctionnelle, le présent travail ne projette aucune attente en particulier et ce quelque soit le groupe d'industries. En revanche, on ne s'attend pas a une forme parfaitement linéaire pour aucun des groupes. De plus, on ne s'attend également pas à ce que toutes les régressions produisent la même forme fonctionnelle. Cette attente est motivée par la différence dans la technologie et dans le processus de production entre chaque groupe d'industries.

En ce qui a trait aux coefficients des variables des régressions, les attentes sont multiples:

1)- Le prix relatif du gaz naturel devrait avoir un signe négatif.

2)- On s'attend à ce que les coefficients associés aux ventes dans les industries soient positifs pour tous les groupes afin de refléter les effets conjoncturels et structurels.

3)- Le coefficient de la variable dépendante retardée devrait avoir un signe positif. De plus, la valeur du coefficient devrait se situer entre zéro et un ( $0 < \beta_{G,t-1} < 1$ ). En effet, la valeur du coefficient d'ajustement ( $\gamma_G$ ) devant nécessairement se situer entre zéro et l'unité, et puisque ( $\beta_{G,t-1} = (1 - \gamma_G)$ ), il devient donc impératif d'avoir la condition décrite plus haut. Un coefficient ( $\beta_{G,t-1} = 0$ ) ne permettrait pas d'explicitier ( $\gamma_G$ ) alors qu'un coefficient ( $\beta_{G,t-1} = 1$ ) voudrait dire que ( $G_{t-1}$ ) n'a, en tant que telle, aucune signification puisqu'il n'y a aucun ajustement qui se fait. Par ailleurs, un ( $\beta_{G,t-1} > 1$ ) nous donnerait un ( $\gamma_G$ ) "erroné". En d'autres termes, il ne serait pas facile de donner une interprétation à un ( $\gamma_G > 1$ ) ou à un ( $\gamma_G < 0$ ). Ainsi, plus le coefficient ( $\gamma_G$ ) se rapproche de la valeur unitaire et plus l'ajustement est rapide alors que plus il se rapproche de zéro et plus l'ajustement est lent.

4)- Le prix du charbon ne devrait pas, en revanche, avoir une grande signification dans la demande de gaz naturel. En effet, les industries manufacturières canadiennes achètent des quantités relativement négligeables de charbon comparativement au niveau des achats de d'autres combustibles. De ce fait, le charbon semble être

un facteur indépendant et marginal.

5)- En ce qui a trait au prix du pétrole, représenté par le mazout, on devrait s'attendre à des coefficients positifs dans la majorité des cas. Cette attente est justifiée par le fait qu'il pourrait probablement y avoir substitution entre le gaz naturel et le mazout dans le processus de transformation des industries. On devrait également observer les mêmes résultats pour le prix de l'électricité qui en tant que source d'énergie devrait pouvoir être une source de remplacement possible.

6)- Les coefficients associés au prix relatif du travail devraient avoir un signe positif et ainsi se révéler une substitution indirecte entre le facteur travail et le gaz naturel. En effet, une relation de complémentarité a précédemment été établie entre le gaz naturel et le facteur capital. Le gaz naturel étant difficilement transportable, la consommation de ce combustible requiert un coût en capital, peut-être, plus que pour tout autre combustible. De plus, considérant le gaz naturel comme un stock ( voir (14-1) ), on tient indirectement compte du facteur capital. Par ailleurs, les facteurs travail et capital sont traditionnellement considérés comme mutuellement substitués. Par conséquent, il est probable que le facteur travail et le gaz naturel soient des substitués.

7)- Enfin, le réseau de distribution de gazoduc devrait, dans

la majorité des cas, s'avérer un élément significatif dans la demande de gaz naturel pour les différents groupes d'industries, affectant positivement la demande de gaz. En d'autres termes, les coefficients devraient être positifs.

Avant de passer à la prochaine partie concernant la présentation des résultats, il est à noter que l'application de transformations Box-Cox sur la variable dépendante crée très souvent de l'hétéroscédasticité avec certaines variables explicatives. De ce fait, on s'attend à rencontrer des problèmes d'hétéroscédasticité dans les différentes régressions.<sup>(22)</sup>

---

---

(22) - Gaudry et Dagenais (1979).

## CHAPITRE XV: RESULTATS

Le présent chapitre se propose d'analyser les différents résultats en deux parties. Dans un premier temps, nous ferons un survol des principaux résultats de l'étude. En second lieu, l'analyse des résultats se fera pour chacun des groupes d'industries considéré séparément.

### Les Principaux Résultats

Dans la présente section, la définition des principaux résultats se limite à un survol rapide des résultats et également à voir si les principales attentes se sont avérées justes ou bien si les résultats sont majoritairement contraires à nos espérances.

1)- Les résultats obtenus quant à la forme fonctionnelle de chaque groupe d'industries confirment l'absence d'uniformité entre les différents groupes. En effet, les coefficients lambdas "optimaux" permettent de constater que la forme fonctionnelle de la demande de gaz naturel pour chaque groupe d'industries considéré n'est ni parfaitement linéaire, ni parfaitement log-linéaire. On retrouve différentes formes non-linéaires (Tableaux 5 et 6)

2)- Contrairement à ce qui a été précédemment dit sur la présence d'hétéroscédasticité lorsqu'on applique des transformations

**TABLAU 5 : VALEURS OPTIMALES DES LAMBDA ASSOCIES AUX VARIABLES DES REGRESSIONS  
(FORMES DES EQUATIONS DE DEMANDE DE GAZ NATUREL DE CHAQUE GROUPE)**

| VARIABLE<br>GROUPE | G                                  | GLAG | V                                   | DIST | PG                                 | PL                                  | PK | PP | PE | PC  |
|--------------------|------------------------------------|------|-------------------------------------|------|------------------------------------|-------------------------------------|----|----|----|-----|
| 01                 | .5572410<br>( 5.7062)<br>(-4.5339) |      |                                     |      |                                    | .3270386<br>( 2.8488)<br>(-5.8621)  |    |    |    |     |
| 03                 | .2597636<br>( 1.6817)<br>(-4.7921) |      |                                     |      |                                    | -.0517318<br>(- .4226)<br>(-8.5906) |    |    |    | NIL |
| 05                 | .3673438<br>( 3.1590)<br>(-5.4407) |      |                                     |      |                                    | .0158150<br>( .0884)<br>(-5.5004)   |    |    |    | NIL |
| 08                 | .1955176<br>( 2.1272)<br>(-8.7526) |      | -.1070717<br>(-1.4846)<br>(-15.350) |      |                                    | .7561376<br>( 1.9123)<br>(- .6168)  |    |    |    |     |
| 09                 | .6924367<br>( 3.5983)<br>(-1.5983) |      |                                     |      |                                    | -.0222230<br>(- .0887)<br>(-4.0803) |    |    |    | NIL |
| 10                 | .4427394<br>( 6.7108)<br>(-8.4466) |      | .2003852<br>( 1.3520)<br>(-5.3948)  |      | 1.3331501<br>( 1.7782)<br>( .4444) |                                     |    |    |    |     |
| 11                 | .9020629<br>( 5.9483)<br>(- .6458) |      |                                     |      |                                    | .3614274<br>( 1.2901)<br>(-2.2794)  |    |    |    | NIL |
| 13                 | .3331846<br>( 2.6479)<br>(-5.2994) |      |                                     |      |                                    | -.0699090<br>(- .7580)<br>(-11.601) |    |    |    | NIL |
| 14                 | .8334894<br>( 3.4163)<br>(- .6825) |      |                                     |      |                                    | .0547308<br>( .1299)<br>(-2.2440)   |    |    |    |     |

TABLEAU 5 (SUITE)

NOTE(S): (1) *les valeurs entre parenthèses correspondent, de haut en bas, aux tests conditionnels de la valeur de chaque lambda versus l'hypothèse nulle et l'hypothèse de valeur unitaire de ce dernier.*

(2) *GLAG: Variable dépendante retardée.  
V : Le niveau des ventes.  
DIST: Réseau de distribution de gaz.  
PP : Prix du Mazout (Pétrole)*

(3) *Tous les tests sont effectués à un niveau de confiance de 95%*

TABLEAU 6: COMPARAISON DE LA VALEUR DU LOG CONCENTRE DE LA FONCTION DE VRAISEMBLANCE DES MODELES "OPTIMAUX" AVEC CELLES DES MODELES LINEAIRES ET LOG LINEAIRES

| MODELE<br>GROUPE | LINEAIRE | LOG-LINEAIRE | OPTIMAL |
|------------------|----------|--------------|---------|
| 01               | 79.685   | 77.297       | 108.920 |
| 03               | -29.062  | -5.062       | -2.658  |
| 05               | -41.178  |              | -10.942 |
| 08               | -21.580  | -50.904      | -8.807  |
| 09               | 43.413   | 42.787       | 61.932  |
| 10               | -27.743  | -26.338      | 10.676  |
| 11               | 59.836   | 41.850       | 64.949  |
| 13               | -35.737  | -37.171      | -6.823  |
| 14               | 20.090   | 8.390        | 25.810  |



Box-Cox sur la variable dépendante, la forme fonctionnelle optimale ne présente pas de problème d'hétéroscédasticité évidente. En revanche, lorsqu'on dévie de la forme optimale, la présence d'hétéroscédasticité devient alors indéniable.

3)- La contrainte imposée sur l'identité du lambda de la variable dépendante avec celui de la variable dépendante retardée se trouve justifiée dans toutes les régressions sans exception. Aucun test concernant des valeurs différentes l'une de l'autre ne s'est avéré significatif. En d'autres termes, on ne fait aucun gain significatif sur le niveau du log-concentré du maximum de vraisemblance lorsqu'on laisse les lambdas de (G) et (GLAG) être différents.

4)- Le prix du gaz naturel, quant à lui, répond grandement aux attentes exprimées. Le signe associé aux coefficients est toujours négatif et la signification statistique de ces derniers est indéniable sauf en ce qui a trait aux industries du papier (code 10) où le coefficient associé au prix s'avère peu significatif.

5)- Les coefficients associés au niveau des ventes s'avèrent également significatifs dans toutes les régressions. De plus, le signe de ces derniers est toujours positif.

6)- En ce qui a trait au réseau de distribution de gazoduc, les coefficients des différentes régressions ne correspondent pas

toujours à nos suppositions bien que dans la majorité des cas les différentes attentes se soient avérées justes. Ceux-ci ne sont pas significatifs pour les industries du papier et celles du caoutchouc et des produits en plastique ( 10 et 03 ). Par ailleurs, le coefficient associé au groupe d'industries de l'alimentation et les boissons (01) ne se trouve pas très loin d'un niveau de signification statistique acceptable mais possède un signe négatif.

6)- Les coefficients du prix relatif du charbon correspondent, quant à eux, parfaitement aux attentes, ne se révélant jamais significatifs. En ce qui concerne le prix du pétrole (mazout), on constate que lorsque son coefficient est statistiquement significatif, le pétrole (mazout) se trouve à être un facteur substitut et ce conformément aux attentes. Enfin, en ce qui a trait au prix de l'électricité, les signes des coefficients et des élasticités-croisées révèlent une substitution entre ce facteur et le gaz naturel lorsque l'électricité n'est tout simplement pas utilisé indépendamment des autres facteurs.

7)- Les attentes concernant les prix des facteurs travail et capital se trouvent justifiées dans la majorité des cas. Le prix du facteur travail, lorsqu'il est statistiquement acceptable, révèle une substitution évidente, bien que pas toujours forte, avec le gaz naturel. En revanche, les coefficients associés au prix du capital ne révèlent pas toujours une relation de complémentarité entre ce facteur et le gaz naturel. En effet, les industries du

meuble et celles de l'imprimerie (groupes 09 et 11) montrent une substitution possible entre le capital et le gaz naturel.

8)- la constante, dans les différentes régressions ne se trouve pas souvent significative. Cependant il est à noter que l'utilisation de variables dichotomiques influence le niveau de signification de la constante de la régression. De plus, l'application de transformations Box-Cox sur des variables fait en sorte que la constante devient un amalgame de différents "résidus" des variables.

9)- Enfin, en ce qui a trait aux élasticités, celles-ci sont présentées sous forme de tableaux dans les pages suivantes.

### Résultats Groupe par Groupe

#### - Groupe 01: Aliments et Boissons

Le groupe d'industries des aliments et des boissons est l'un des principaux consommateurs de gaz naturel dans les industries manufacturières canadiennes. La forme fonctionnelle de la demande de gaz de ce groupe est fortement non-linéaire. En effet, les coefficients  $\lambda$  de la demande observée de gaz tournent autour de la valeur ( $\frac{1}{2}$ ) alors que les  $\lambda$  des variables de la partie portant sur la demande désirée se rapprochent de la valeur ( $\frac{1}{3}$ ).

En ce qui a trait aux coefficients des variables on peut

TABLÉAU 7 : VALEURS OPTIMALES DES COEFFICIENTS BETA DES REGRESSIONS AVEC LA VALEUR DU T-TEST CONDITIONNEL ET DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT

| GRUPE     | 01                | 03                | 05                | 08                | 09                | 10                | 11                | 13                | 14                |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| VARIABLE  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| DCB       | .0955<br>(.60)    | -                 | -                 | 3.030<br>(4.17)   | -                 | -0560<br>(-.11)   | -                 | -                 | -                 |
| DOB       | -.1002<br>(-.49)  | -                 | 3.029<br>(2.22)   | -                 | -                 | -.7591<br>(-.91)  | -                 | .2548<br>(3.53)   | -                 |
| DON       | .1452<br>(1.70)   | .5670<br>(1.24)   | 1.231<br>(3.35)   | 1.438<br>(6.77)   | .6683<br>(5.04)   | .6025<br>(2.28)   | .0644<br>(.61)    | .8053<br>(4.43)   | .6709<br>(1.97)   |
| GLAG      | .8820<br>(18.28)  | -.2518<br>(-2.27) | .5032<br>(3.87)   | .3549<br>(3.02)   | .1989<br>(3.46)   | .5033<br>(4.74)   | .2964<br>(2.69)   | .3763<br>(6.69)   | .3901<br>(3.76)   |
| V         | .2359<br>(3.66)   | 2.361<br>(9.47)   | .6172<br>(2.62)   | .5698<br>(4.66)   | .1833<br>(1.82)   | .6890<br>(2.54)   | .1008<br>(2.45)   | .6399<br>(5.36)   | .5750<br>(2.17)   |
| DIST      | -.1383<br>(-1.55) | -.0030<br>(-.01)  | 1.218<br>(2.59)   | 2.066<br>(4.62)   | 1.078<br>(5.84)   | .0374<br>(.10)    | .3482<br>(3.28)   | 1.237<br>(4.75)   | 1.294<br>(2.80)   |
| PG        | -.4670<br>(-5.39) | -1.541<br>(-6.37) | -.6745<br>(-3.54) | -.2717<br>(-2.28) | -.7782<br>(-18.2) | -.1188<br>(-1.27) | -.2807<br>(-3.36) | -1.033<br>(-7.53) | -.8796<br>(-2.80) |
| PC        | -.0166<br>(-.28)  | -                 | -                 | .2473<br>(1.39)   | -                 | -.9068<br>(-1.29) | -                 | -                 | .0641<br>(.27)    |
| PL        | .1405<br>(1.61)   | 1.616<br>(3.80)   | -.0971<br>(-.25)  | .2310<br>(6.93)   | .0024<br>(.02)    | .9970<br>(3.54)   | .3250<br>(1.97)   | .3273<br>(1.97)   | 1.707<br>(3.81)   |
| PK        | -.1598<br>(-.80)  | -3.018<br>(-6.78) | .4166<br>(1.16)   | -3.017<br>(-5.85) | .2917<br>(1.79)   | -1.134<br>(-3.54) | -.4422<br>(-2.72) | -.4423<br>(-2.72) | -.2053<br>(-.37)  |
| PP        | .0459<br>(.32)    | 1.150<br>(4.34)   | .0891<br>(.42)    | .5948<br>(1.83)   | .4366<br>(3.52)   | -1.412<br>(-1.30) | .9401<br>(5.42)   | .0979<br>(.68)    | .4658<br>(2.32)   |
| PE        | .0700<br>(2.89)   | .0770<br>(1.31)   | .0254<br>(.44)    | .1172<br>(2.57)   | .0636<br>(2.29)   | .0062<br>(.18)    | .0597<br>(1.84)   | .0545<br>(1.56)   | -.0045<br>(-.10)  |
| G         | .1180<br>( )      | -                 | .4968             | .6451             | .8011             | .4967             | .7036             | .6237             | .4250             |
| CONSTANTE | -.5852<br>(-1.20) | -2.696<br>(-2.35) | -.1209<br>(-.09)  | -5.401<br>(-6.47) | -.6069<br>(-.88)  | -1.958<br>(-2.18) | -.2168<br>(-.65)  | -.6879<br>(-1.04) | -3.586<br>(-2.17) |

TABEAU 8 : ELASTICITES-CROISEES DE COURT TERME ET DE LONG TERME\* ENTRE LA DEMANDE DE GAZ NATUREL ET LES PRIX DU TRAVAIL, DU CAPITAL, DU PETROLE ET DE L'ELECTRICITE

| GRUPE<br>VARIABLE | 01     | 03      | 05     | 08      | 09    | 10     | 11     | 13     | 14     |
|-------------------|--------|---------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|
| PL(S) C.T         | .2099  | 1.0343  | -.0618 | .9438   | .0021 | .7912  | .5554  | .1393  | .5432  |
| PL(E(Y)) C.T      | .1977  | 1.0602  | -.0578 | .8048   | .0025 | .7826  | .7416  | .1318  | .6286  |
| PL(S) L.T         | 1.7790 | -       | -.1244 | 1.4630  | .0026 | 1.5929 | .7894  | .2234  | 1.2782 |
| PL(E(Y)) L.T      | 1.6756 | -       | -.1164 | 1.2475  | .0031 | 1.5755 | 1.0540 | .2113  | 1.4792 |
| PK(S) C.T         | -.0839 | -2.2479 | .2531  | -1.0062 | .2640 | -.2289 | .1746  | -.2342 | -.0547 |
| PK(E(Y)) C.T      | -.0791 | -2.3071 | .2366  | -1.0562 | .3168 | -.2264 | .2322  | -.2219 | -.0632 |
| PK(S) L.T         | -.7111 | -       | .5095  | -1.5597 | .3296 | -.4608 | .2482  | -.3755 | -.1287 |
| PK(E(Y)) L.T      | -.6704 | -       | .4763  | -1.6372 | .3955 | -.4558 | .3300  | -.3558 | -.1487 |
| PP(S) C.T         | .0269  | .8622   | .0542  | .3435   | .3909 | -.2464 | .5638  | .0506  | .1260  |
| PP(E(Y)) C.T      | .0253  | .8846   | .0506  | .3725   | .4693 | -.2437 | .7537  | .0479  | .1453  |
| PP(S) L.T         | .2280  | -       | .1091  | .5324   | .4880 | -.4960 | .8013  | .0811  | .2965  |
| PP(E(Y)) L.T      | .2144  | -       | .1019  | .5774   | .5858 | -.4906 | 1.0712 | .0768  | .3419  |
| PE(S) C.T         | .0643  | .0532   | .0158  | .1413   | .0555 | .0108  | .0562  | .0259  | -.0013 |
| PE(E(Y)) C.T      | .0629  | .0546   | .0138  | .1449   | .0666 | .0107  | .0750  | .0230  | -.0015 |
| PE(S) L.T         | .5450  | -       | .0318  | .2190   | .0693 | .0217  | .0799  | .0415  | -.0030 |
| PE(E(Y)) L.T      | .5331  | -       | .0278  | .2246   | .0831 | .0215  | .1066  | .0369  | -.0035 |

\* La façon d'obtenir les élasticités de long terme se trouve dans l'Annexe 2.

TABLEAU 9: ELASTICITES-PRIX DE COURT TERME ET DE LONG TERME  
MESUREES A LA VALEUR ECHANTILLONNALE OU A L'ESPE-  
RANCE DE LA VARIABLE DEPENDANTE

| ELASTICITE | ELASTICITE | ELASTICITE | ELASTICITE | ELASTICITE |
|------------|------------|------------|------------|------------|
|            | C.T (S)    | C.T (E(Y)) | L.T (S)    | L.T (E(Y)) |
| GROUPE     |            |            |            |            |
| PG01       | - .4342    | - .4247    | -3.6800    | -3.8995    |
| PG03       | -1.0582    | -1.0087    | ?          | ?          |
| PG05       | - .4222    | - .3946    | - .8499    | - .7944    |
| PG08       | - .3406    | - .3989    | - .5280    | - .6183    |
| PG09       | - .6720    | - .6213    | - .8389    | - .7757    |
| PG10       | - .2530    | - .2270    | - .5094    | - .4571    |
| PG11       | - .2970    | - .4039    | - .4221    | - .5741    |
| PG13       | - .4806    | - .4552    | - .7706    | - .7299    |
| PG14       | - .2601    | - .3013    | - .6121    | - .7090    |

TABIEAU 10: ELASTICITES DE COURT TERME ET DE LONG TERME DE LA DEMANDE DE GAZ  
NATUREL AVEC LA VARIABLE DEPENDANTE RETARDEE? LES VENTES ET LE  
RESEAU DE DISTRIBUTION DE GAZODUC

| GRUPE          | 01      | 03     | 05     | 08     | 09     | 10     | 11    | 13    | 14    |
|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| ELASTICITE     |         |        |        |        |        |        |       |       |       |
| GLAG(S) C.T    | .8542   | -.2481 | .4839  | .3480  | .1870  | .4909  | .2757 | .3691 | .3685 |
| GLAG(E(Y)) C.T | .8510   | -.2481 | .4872  | .3466  | .1861  | .4856  | .2751 | .3695 | .3693 |
| GLAG(S) L.T    | 7.2420  | ?      | .9700  | .5400  | .2900  | .9883  | .4300 | .5700 | .5700 |
| GLAG(E(Y)) L.T | 7.2100  | ?      | .9800  | .5400  | .2900  | .97765 | .4300 | .5700 | .5700 |
| V(S) C.T       | .3313   | 1.6442 | .3827  | .3805  | .1536  | .5338  | .1049 | .2889 | .1721 |
| V(E(Y)) C.T    | .3062   | 1.7078 | .3575  | .5462  | .1421  | .5280  | .1193 | .2739 | .1967 |
| V(S) L.T       | 2.8100  | ?      | .7700  | .5900  | .2400  | 1.0747 | .1600 | .4500 | .2700 |
| V(E(Y)) L.T    | 2.6000  | ?      | .7200  | .8500  | .2200  | 1.0630 | .1800 | .4200 | .3000 |
| DIST(S) C.T    | -.1444  | -.0020 | .7633  | 1.3288 | .9180  | .0278  | .4809 | .5629 | .3976 |
| DIST(E(Y)) C.T | -.1399  | -.0021 | .7158  | 1.6858 | .8488  | .0275  | .5305 | .5369 | .4472 |
| DIST(S) L.T    | -1.2200 | ?      | 1.5400 | 2.0600 | 1.4200 | .0560  | .7400 | .8700 | .6200 |
| DIST(E(Y)) L.T | -1.1900 | ?      | 1.4400 | 2.6300 | 1.3200 | .0554  | .8200 | .8300 | .6900 |

constater des choses intéressantes. Tout d'abord, on peut constater que les demandes de gaz des régions manufacturières ne sont pas réellement différentes de la demande canadienne de gaz, même si le coefficient rattaché à l'Ontario semble indiquer une légère différence dans la demande de cette province. Cependant, le résultat le plus intéressant de cette régression se rattache au coefficient de la variable dépendante retardée qui possède le degré de signification le plus élevé, et de loin, parmi tous les coefficients. On remarque alors l'importance du coefficient d'ajustement ( $\lambda_G$ ) qui possède la plus petite valeur parmi tous les coefficients d'ajustement. Ceci indique clairement que la vitesse d'ajustement de ce groupe face à des changements dans la demande de gaz est très lente (la plus lente).

Par ailleurs, les seuls prix de facteurs qui ont des coefficients significatifs sont le prix du gaz et celui de l'électricité. Les élasticités-croisées de la demande par rapport au prix de l'électricité indiquent une très faible substitution à court terme alors qu'à long terme, l'effet de cette substitution est beaucoup plus prononcé. L'élasticité-prix de la demande révèle, cependant, une très grande sensibilité de cette dernière face à des variations dans le niveau du prix du gaz, surtout à long terme. Les ventes ont, quant à eux un effet plus que proportionnel sur la demande de gaz de long terme. Il est également à noter que toutes les élasticités de long terme sont particulièrement grandes par rapport à celles de court terme.



Enfin, notons que le réseau de distribution du système de gazoduc n'est pas un élément significatif de la demande de gaz naturel dans ces industries. Ce résultat est quelque peu inattendu dans la mesure où les industries des aliments et boissons sont parmi les plus importantes utilisatrices de ce combustible.

- Groupe 03: Caoutchouc et Produits en Plastique

L'analyse du présent groupe représente de nombreuses difficultés en raison de résultats qui contredisent les attentes exprimées. La cause de ces résultats contradictoires est essentiellement le signe négatif rattaché au coefficient de la variable dépendante retardée (GLAG). Ce signe fausse, en fait, tous les autres résultats. On ne peut tout d'abord, extraire un coefficient d'ajustement ( $\chi_G$ ) cohérent. De ce fait on ne peut également pas calculer les élasticités de long terme. Par ailleurs, puisque ( $B_k = \chi_G \cdot B_k^*$ ), les coefficients de la régression ne sont donc pas les bons. Par exemple, le prix du gaz naturel peut à première vue posséder le bon signe alors qu'en considérant le signe négatif du coefficient d'ajustement ce résultat devient erroné. Nous n'élaborerons, cependant, pas plus sur le présent sujet.

- Groupe 05: Le Textile

Au Canada, les industries du textile sont des industries qui, traditionnellement, sont concentrées dans les provinces de l'Est c'est à dire en Ontario et surtout au Québec. Il n'est -

donc pas étonnant de constater que les coefficients associés aux variables représentant ces régions soient significatifs. Ce résultat montre clairement la différence de la demande de gaz de ces régions par rapport à la demande canadienne dans son ensemble. De plus, le degré de signification du coefficient de la variable représentant l'Ontario est plus élevé que celui du coefficient rattaché à la variable du Québec. Ceci révèle, peut-être, le caractère plus traditionnelle de l'industrie textile au Québec alors qu'en Ontario les usines des industries textile semblent plus modernes et ont ainsi une plus grande signification dans la demande de gaz naturel.

Un résultat intéressant du présent groupe concerne la variable du réseau de distribution de gaz naturel qui, contrairement à la situation qui prévalait dans les industries de l'alimentation, possède un coefficient significatif. Par ailleurs, cette variable possède un impact plus que proportionnel dans la demande de long terme de gaz naturel de ces industries.

Enfin, en ce qui a trait aux prix des facteurs de production, seul le prix relatif du gaz naturel semble avoir un coefficient qui influence statistiquement la demande de gaz naturel de ce groupe.

#### -Groupe 08: Le Bois

Le bois est, au Canada, une ressource naturelle économiquement importante et génératrice d'emplois tant sous sa forme brute

(la coupe d'arbres), que dans ses diverses étapes de transformation. Il suffit de penser à des industries comme celles du sciage, des ameublements de cuisine, des maisons préfabriquées ou encore, de la production de cercueils...

A la lumière des résultats obtenus, deux grandes caractéristiques distinguent ce groupe d'industries des autres groupes. Tout d'abord, on peut noter la forme fonctionnelle de la demande qui possède trois groupes de lambdas contrairement à celles des précédents groupes qui n'en possédaient que deux. En effet, la partie correspondant à la demande désirée nous montre deux groupes de coefficients lambdas. On distingue un premier groupe concernant les variables des ventes et du réseau de distribution de gaz alors que le second groupe porte sur les prix relatifs des facteurs de production. Ces deux coefficients nous révèlent une relation linéaire dans les prix alors que les deux autres variables sont dans une forme plutôt logarithmique.

Par ailleurs, il est possible de remarquer qu'excepté le prix du charbon, toutes les autres variables de la régression ont des coefficients significatifs, ceci incluant la constante de la régression. Parmi les régions manufacturières canadiennes, il est regrettable de ne pouvoir considérer le Québec étant donné l'importance du bois dans l'activité économique de cette région. Les coefficients des variables représentant l'Ontario et la Colombie-Britannique indique, en revanche, une différence dans la demande

de gaz de ces régions. En ce qui a trait aux prix relatifs des facteurs travail et capital, les coefficients répondent bien aux attentes et la sensibilité de la demande face à des changements dans ces deux variables est quasiment identique. Enfin, notons que le réseau de distribution de gaz est la variable qui affecte la demande de façon la plus marquée. En effet, un accroissement de 10% dans le niveau de cette variable augmente la demande de gaz de ce groupe d'industries d'environ 26%.

- Groupe 09: Meubles et Articles d'Ameublement

Dans ce groupe d'industries on retrouve principalement des industries comme celles des fournitures de maisons, des fournitures de bureaux, des lampes électriques, etc... Il n'est donc pas étonnant que seule la province de l'Ontario soit considérée puisque la concentration de ce groupe d'industries est plus marquée en Ontario qu'ailleurs. Le résultat obtenu, quant au coefficient de la variable régionale ontarienne, est très révélateur quant à une structure de demande différente par rapport à la demande canadienne de gaz.

Un résultat que l'on remarque rapidement concerne le degré de signification statistique du coefficient du prix relatif du gaz naturel (-18.2). Ce coefficient est, en effet, le plus significatif de tous les coefficients associés au prix du gaz, révélant ainsi l'importance de cette variable dans la demande de gaz de ce

groupe. Ce résultat est confirmé par le niveau d'élasticité-prix de court terme dont la valeur est la plus élevée de toutes les élasticités-prix.

En ce qui a trait aux autres prix de facteurs, on remarque que le coefficient du prix du capital montre une substitution évidente entre ce facteur et le gaz naturel. Ce résultat indique, peut-être, le faible niveau de consommation de gaz comparativement à celui des autres sources d'énergie. En effet, si la proportion d'équipements et machines utilisant du gaz naturel est très petite par rapport au stock total d'équipements, la relation de complémentarité devient alors moins évidente. Cependant, l'effet de substitution le plus prononcé se trouve avec le prix relatif du pétrole.

Par ailleurs, le coefficient d'ajustement indique que c'est dans ce groupe d'industries que la vitesse d'ajustement est la plus rapide. En effet, le coefficient d'ajustement du présent groupe possède la valeur la plus élevée parmi toutes les régressions. Le réseau de distribution de gaz a également un impact considérable sur la demande de gaz naturel. En effet, la signification statistique du coefficient de cette variable est la plus élevée de tous les coefficients associés au réseau de distribution. L'élasticité de long terme de la demande de gaz face à un changement dans le niveau de cette variable indique une variation de près de 15% de la demande lorsque le niveau du distribution de gaz varie de 10%.

Enfin, il est à noter que le coefficient associé au niveau des ventes est l'un de ceux dont la signification statistique est la plus petite. Les élasticités tant de court terme que de long terme reflète assez bien le peu d'impact d'une croissance soutenue sur la demande de gaz de ce groupe d'industries.

- Groupe 10: Papier et Activités Connexes

Les industries du papiers représentent, tout comme les industries de produits en plastique, certains problèmes dans l'analyse des résultats obtenus. Hormis la forme fonctionnelle de la régression qui se rapproche de la forme du groupe d'industries (08), il est difficile de trouver des résultats intéressants pour l'analyse de la demande de gaz de ce groupe. Excepté le coefficient du prix relatif du travail, aucun autre coefficient associé aux prix relatifs des facteurs de production n'est statistiquement significatif. Seuls les ventes, le prix du facteur travail et le coefficient d'ajustement semblent avoir un effet significatif sur la de gaz. Le coefficient de la variable régionale ontarienne révèle, quant à elle, une différence significative de la demande de gaz dans cette région.

Il devient donc difficile d'élaborer sur les traits caractéristiques de la demande de gaz naturel de ce groupe d'industries. De nombreuses manipulations n'ont pas changé les valeurs portant sur les coefficients des variables. Les résultats obtenus semblent

très robustes face à différents changements. Le seul changement significatif dans les résultats a été obtenu lors du retrait de la variable du réseau de distribution de gaz. Dans ce cas la variable régionale représentant le Québec obtient un coefficient significatif avec une valeur de  $(-.9326552)$  et un t-test conditionnel de  $(-2.7914)$ . On constate alors une baisse dans le niveau de signification de la constante de la régression dont le t-test conditionnel baisse à  $(-1.6801)$ .

- Groupe 11: Imprimerie, Edition et Activités Connexes

La demande de gaz naturel de ce groupe d'industries ressemble beaucoup à celle du groupe (09). Les résultats obtenus dans le cadre de la régression sont, dans l'ensemble, assez proches et dans bien des cas ils sont quasiment identiques. Par exemple, la vitesse d'ajustement du présent groupe semble être aussi grande que celle du groupe (09). En effet, le coefficient d'ajustement possède une valeur assez proche de celui des industries d'ameublement qui lui est le plus élevé des coefficients d'ajustement. De plus, le capital se trouve à être également un facteur substitut révélant ainsi une faible proportion d'équipements utilisant le gaz naturel dans le stock total d'équipements et machines. Ceci explique donc en partie la plus grande vitesse d'ajustement de ces deux groupes.

Il existe, cependant, des caractéristiques qui distinguent

légèrement les deux groupes. Tout d'abord, contrairement à la régression portant sur le groupe (09), le coefficient de la variable régionale ontarienne n'indique aucune différence significative de la demande de gaz de cette région. Par ailleurs, le coefficient du prix relatif du travail est significatif dans le présent cas et les mesures de sensibilité de la demande par rapport à des changements dans le prix de ce facteur révèlent un impact non négligeable de cette variable sur la demande de gaz des industries. Enfin, on remarque que l'élasticité de la demande face à des variations du niveau des ventes est la plus faible parmi les résultats similaires.

- Groupe 13: Fabrication et Produit de Métal

Tout comme dans le cas précédents, les résultats de la régression du présent groupe s'approchent beaucoup des résultats d'un autre groupe d'industries; celui des industries textile (groupe 05). En effet, les formes fonctionnelles de ces deux groupes sont quasiment identiques et cela même du côté de la variable dépendante et la variable dépendante retardée dont le coefficient  $\lambda$  se rapproche de la valeur  $(1/3)$ . On peut également remarquer que la signification relative des variables est presque la même.

Nous pouvons, cependant, remarquer certaines différences entre les résultats des deux groupes. Tout d'abord, les coefficients associés aux prix relatifs du travail et du capital sont significatifs dans le présent cas et possèdent également le signe attendu



alors que dans le cas des industries du textile ces deux variables n'étaient pas significatives et avaient des signes opposés aux attentes exprimées. Par ailleurs, la vitesse d'ajustement est plus élevée dans le présent cas. Enfin, même si la rentabilité de la demande de gaz face à des changements dans son prix relatif est la même dans les deux groupes, les valeurs d'élasticités-croisées et des autres types d'élasticité ont toujours des valeurs inférieures dans le présent cas.

- Groupe 14: Fabrication de Machines

Un des résultats qui distingue le plus les industries de fabrication de machines de la majorité des autres groupes d'industries est la valeur du coefficient d'ajustement de la régression qui indique un ajustement relativement lent du présent groupe. En effet, ce dernier se trouve à avoir le processus d'ajustement le plus lent après le secteur des aliments et boissons (groupe 01). Cependant, ce résultat n'affecte pas sensiblement les élasticités de long terme comme c'était le cas pour les industries des aliments et boissons.

En ce qui a trait aux prix des facteurs de production, on peut noter le peu d'influence statistique des prix relatifs du charbon, de l'électricité et du capital. Les coefficients des autres prix de facteurs ont, en revanche, une signification statistique indéniable et répondent bien aux attentes de l'étude. De plus, c'est le prix du facteur travail qui a le plus grand impact sur la demande

de gaz naturel de ces industries, l'effet d'un changement dans le prix de ce facteur étant plus que proportionnel.

D'autre part, bien que les variables du niveau des ventes et du réseau de distribution du système de gazoduc aient une influence statistique sur la demande, en revanche, les effets de ces variables ne sont pas aussi importants que l'on pourrait le penser à premier abord.

Enfin, notons que le coefficient de la variable régionale représentant l'Ontario révèle une différence significative de la demande de gaz naturel de cette région par rapport à l'ensemble du pays, pour ce groupe d'industries.

CONCLUSION

Ce travail avait pour but d'estimer la demande de gaz naturel dans les principaux groupes d'industries manufacturières au Canada. Les travaux portant sur la demande de gaz naturel dans les industries, surtout les industries manufacturières, sont très peu nombreux. Quant aux travaux portant sur la demande de gaz naturel dans les principaux groupes d'industries manufacturières, ils sont, à la connaissance de l'auteur, inexistant au Canada.

Le gaz naturel est un produit pour lequel il n'existe aucune demande en soi. La demande observée de gaz naturel en est une de demande d'énergie. Les industries manufacturières utilisent différentes sources d'énergie afin de faire fonctionner les équipements utilisés dans leur processus de production. De ce fait, le gaz naturel est un facteur de production parmi tant d'autres dont l'utilisation dépend de son vecteur de caractéristiques. Nous avons alors passé en revue les différents concepts de la demande de facteur de production tout en mettant l'accent sur le caractère dynamique de celle-ci en introduisant les coûts d'usage et d'ajustement du stock de capital. Par la suite, nous avons passé en revue différents modèles de demande d'énergie ainsi que différentes formes fonctionnelles utilisées dans les différents travaux empiriques.

C'est, en fait, à la quatrième partie que l'intérêt du présent travail débute. Nous avons alors dérivé le modèle de demande utilisé à partir d'une fonction de coût duale tout en exposant les hypothèses plus ou moins restrictives de l'étude. Il a, cependant, été

expliqué que ce modèle de demande n'est, en fait, qu'une approximation et qu'en général la forme fonctionnelle de l'ajustement de stock est plus complexe. Afin de mieux tenir compte de cette complexité, il est possible de faire une meilleure approximation en appliquant des transformations Box-Cox sur les variables, ce qui rend notre modèle encore plus général. La méthode et la procédure d'estimation ont également été expliquées dans le cadre de cette approche.

Par la suite, nous avons vu en détail la description des groupes d'industries, des critères de sélection ainsi que les attentes sur les différents résultats. Ces derniers correspondent, dans l'ensemble, assez bien aux attentes exprimées. Cependant le résultat le plus significatif concerne les formes fonctionnelles. Les résultats sont dans l'ensemble meilleure lorsqu'on ne contraint pas, à priori, le comportement de la demande en choisissant arbitrairement une forme fonctionnelle. L'avantage de la méthode décrite est donc le grand nombre de cas particuliers qu'il est possible de retrouver à l'intérieur de celle-ci.

Cependant, il existe certaines contraintes dans la procédure d'estimation telle qu'utilisée. Le logiciel L1.2 est, dans sa forme actuelle, un logiciel assez contraignant quant à la forme des fichiers de données. En effet, l'utilisation du logiciel requiert beaucoup de préparation dans les bases de données car il n'est pas possible de manipuler les données avec ce dernier. De plus, il est

important de considérer les limites et les faiblesses du modèle. L'approche directe par la forme réduite est loin d'être parfaite en terme de spécification du modèle et en terme d'informations que l'on ne peut extraire mais il faut dire que dans le cas présent il est difficile d'utiliser toute autre approche en raison de diverses contraintes.

ANNEXES

ANNEXE 1: LISTE DES SYMBOLES IMPORTANTS

|               |  |
|---------------|--|
| A             | : Variable d'accessibilité   |
| $B$           | : Coefficients de court terme des variables explicatives des régressions |
| $B^*$         | : Coefficient de long terme des variables explicatives des régression.   |
| $\lambda$     | : Coefficient de Box-Cox.  |
| ( $\lambda$ ) | : Transformation Box-Cox des variables.                                  |
| $\delta$      | : Coefficient d'ajustement.  |
| $\delta$      | : Taux de dépréciation; Coefficient du modèle d'hétéroscédasticité.      |
| $\delta$      | : Dérivée partielle.   |
| $\pi$         | : Pi.  |
| $\pi(.)$      | : Fonction de profit.  |
| $\Delta$      | : Variation.   |
| $\eta$        | : Elasticité.  |
| t, T          | : Temps.   |
| r             | : Taux d'intérêt.  |
| P             | : Prix.  |
| y             | : Variable dépendante de la régression.                                  |
| X             | : Variable explicative de la régression.                                 |
| C             | : Charbon.   |
| C(.), CV, CT  | : Fonctions de coût.   |
| $\rho$        | : Coefficient d'autocorrélation rho.                                     |
| DON           | : Variable dichotomique pour l'Ontario.                                  |
| DQB           | : Variable dichotomique pour le Québec.                                  |
| DCB           | : Variable dichotomique de la Colombie-Britannique.                      |



|             |  |
|-------------|--|
| G           | : Gaz naturel  |
| O           | : Pétrole  |
| E           | : Electricité  |
| L           | : Facteur Travail  |
| K           | : Facteur capital  |
| L', L*, L** | : Fonctions de vraisemblance   |
| EN          | : Energie  |
| m           | : Matières et fournitures.   |
| PP          | : Prix du mazout   |
| w           | : Prix de facteur variable; Terme résiduelle.                            |
| W           | : Dépense en salaire   |
| COMB        | : Combustible  |
| VTA         | : Valeur Total des achats de combustible.                                |
| H           | : Nombre d'heures travaillé. $H \neq H(.)$                               |
| q           | : Prix d'une unité de stock de machine.                                  |
| Q           | : Production.  |
| KMG         | : Le réseau de gazoduc.  |
| DIST        | : Réseau de distribution du système de gazoduc.                          |
| F           | : Facteurs fixes.  |
| v           | : Facteurs variables; Terme résiduelle.                                  |
| V           | : Niveau des ventes dans l'industrie.                                    |
| Fonctions   | : $f(.)$ , $\theta(.)$ , $\emptyset(.)$ , $H(.)$ , $g(.)$ , $h(.)$ , ... |
| Indices     | : $i$ , $j$ , $k$ , $h$ , $n$ , $m$ , ...                                |

ANNEXE 2: APPROXIMATION DES ELASTICITES DE LONG TERME

Définition d'une élasticité:

$$= \frac{\delta Y/Y}{\delta X/X} = \frac{\delta Y}{\delta X} \cdot \frac{X}{Y} = \frac{\delta \ln Y}{\delta \ln X} \quad (\text{A2-1})$$

Soit  $Y^{(\lambda_Y)} = \beta_0 + \beta_1 X^{(\lambda_X)}$  (A2-2)

Pour  $\lambda_Y = 0$ ,  $Y \rightarrow \ln Y$

Pour  $\lambda_X = 0$ ,  $X \rightarrow \ln X$

Donc pour  $\lambda_Y = \lambda_X = 0$  on a :

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X \quad (\text{A2-3})$$

$$\zeta_{Y,X}^{C.T} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X} = \beta_1$$

$$\zeta_{Y,X}^{L.T} = \frac{\beta_1}{\delta_G} = \beta_1^* = \zeta_{Y,X}^{C.T} / \delta_G$$

Pour  $\lambda_X = \lambda_Y = 1$  on a :

$$Y = (\beta_0 - \beta_1 + 1) + \beta_1 X \quad (\text{A2-4})$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = \beta_1$$

$$\text{Donc } \eta_{y,x}^{L.T} = \frac{\beta_1}{\delta_G} \cdot \frac{x}{y} = \beta_1^* \frac{x}{y} = \eta_{y,x}^{C.T} / \delta_G$$


---

Pour le cas général:

$$y^{(\lambda_y)} = \beta_0 + \beta_1 x^{(\lambda_x)}$$

$$\frac{y^{\lambda_y - 1}}{\lambda_y} = \beta_0 + \beta_1 \frac{x^{\lambda_x - 1}}{\lambda_x} = \beta_0 + \beta_1 \frac{x^{\lambda_x}}{\lambda_x} - \frac{\beta_1}{\lambda_x}$$

$$y^{\lambda_y} = \lambda_y \beta_0 - \frac{\lambda_y}{\lambda_x} \beta_1 + \frac{\lambda_y}{\lambda_x} \beta_1 x^{\lambda_x}$$

$$y^{\lambda_y} = \left( \lambda_y \beta_0 - \frac{\lambda_y}{\lambda_x} \beta_1 + 1 \right) + \frac{\lambda_y}{\lambda_x} \beta_1 x^{\lambda_x}$$

$$y = \left[ \left( \lambda_y \beta_0 - \frac{\lambda_y}{\lambda_x} \beta_1 + 1 \right) + \frac{\lambda_y}{\lambda_x} \beta_1 x^{\lambda_x} \right]^{1/\lambda_y}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{1}{\lambda_y} \left[ \left( \lambda_y \beta_0 - \frac{\lambda_y}{\lambda_x} \beta_1 + 1 \right) + \frac{\lambda_y}{\lambda_x} \beta_1 x^{\lambda_x} \right]^{(1/\lambda_y) - 1} \left[ \lambda_y \beta_1 x^{\lambda_x - 1} \right]$$

Par conséquent, la formulation de l'élasticité est plus complexe dans le cas général. Il est, cependant, possible d'approximer la valeur d'élasticité de long terme en faisant la même chose que pour les cas précédents c'est à dire en divisant l'élasticité de court terme par le coefficient d'ajustement.

$$\eta_{y,x}^{L.T} = \eta_{y,x}^{C.T} / \delta_G$$

### ANNEXE 3: LA BASE DE DONNEE

La base de donnée du présent travail a été entièrement constituée par l'auteur et contient plus de 21000 observations et 1165 variables dans le fichier brut. En effet, la majorité des données n'étant pas disponibles sur bandes de données de Statistique Canada, L'auteur a été obligé de constituer lui même ce fichier de données brutes. Par la suite, il a fallu faire de très nombreuses manipulations en raison du fait que le logiciel L1.2 ne permet pas la manipulation de données. Ce dernier ne fait que soumettre le fichier de données qu'on lui indique.

Par ailleurs, les différents critères de sélection et les nombreuses séries incomplètes ont eu pour résultat que seulement 12000 observations et moins de 700 variables ont été utilisées. Les manipulations avaient différents objectifs:

- 1)- Obtenir les variables finales.
- 2)- Constituer des vecteurs en fonctions de régions manufacturières [CDN,C-B,QB,ON]' .
- 3)- Constituer les fichiers de données finaux dans l'ordre de lecture de L1.2.

- 1)- Liste des variables brutes.

i : Indice représentant le groupe d'industries.  $i=15$ .

j : Indice représentant la région.  $j=CDN,C-B,QB,ON$ . -

|                    |  |
|--------------------|--|
| t                  | : Année, T=20 pour chaque variable.  |
| G <sub>ijt</sub>   | : Quantité achetée de gaz naturel.   |
| CG <sub>ijt</sub>  | : Coût des achats de gaz naturel.  |
| E <sub>ijt</sub>   | : Quantité achetée d'électricité.  |
| CE <sub>ijt</sub>  | : Coût des achats d'électricité.   |
| C <sub>ijt</sub>   | : Quantité achetée de charbon.   |
| CC <sub>ijt</sub>  | : Coût des achats de Charbon.  |
| PL <sub>ijt</sub>  | : Quantité de pétrole liquéfié achetée,  |
| CPL <sub>ijt</sub> | : Coût des achats de gaz de pétrole liquéfié.  |
| ES <sub>ijt</sub>  | : Quantité d'essence achetée.  |
| CES <sub>ijt</sub> | : Coût des achats d'essence.   |
| MZ <sub>ijt</sub>  | : Quantité achetée de mazout. Définition de 1962 de<br>Statistique Canada. t=1,...,10. |
| CMZ <sub>ijt</sub> | : Coût des achats de mazout. t=1,...,10.   |
| MH <sub>ijt</sub>  | : Quantité achetée de mazout lourd. Définition 1972<br>de Stat.Can. t=11,...,20.       |
| CMH <sub>ijt</sub> | : Coût des achats de mazout lourd. t=11,...,20.  |
| ML <sub>ijt</sub>  | : Quantité achetée de mazout léger. Définition 1972<br>de Stat.Can. t=11,...,20.       |
| CML <sub>ijt</sub> | : Coût des achats de mazout léger. t=11,...,20.  |
| D <sub>ijt</sub>   | : Quantité achetée de diesel. Définition de 1972.<br>t=11,...,20.                      |
| CD <sub>ijt</sub>  | : Coût des achats de diesel. t=11,...,20.  |
| K <sub>ijt</sub>   | : Quantité achetée de kérosène. Définition de 1972.<br>t=11,...,20.                    |
| CK <sub>ijt</sub>  | : Coût des achats de diesel. t=11,...,20.  |

|               |  |
|---------------|--|
| $r$           | : Taux d'intérêt appliqué aux obligations des entreprises et corporations.   |
| $PMAC_{it}$   | : Indice de prix unitaire de machineries et équipements dans les industries. |
| $DURMAC_{it}$ | : Durée de vie des machines.   |
| $COLL_{jt}$   | : Kilométrage du réseau de collecte du système de gazoduc.                   |
| $DIST_{jt}$   | : Kilométrage du réseau de distribution du système de gazoduc.               |
| $TRANS_{jt}$  | : Kilométrage du réseau de transmission du système de gazoduc.               |
| $V_{ijt}$     | : Niveau des ventes des industries.  |
| $P_{V,it}$    | : Indice des prix de ventes des industries. $i=1, \dots, 5$ .                |
| $W_{ijt}$     | : Dépenses en salaires des industries.                                       |
| $H_{ijt}$     | : Nombre d'heures travaillées dans les industries.                           |

2)- Constitution du vecteur "Mazout".

$$t=1, \dots, 10. \quad CMZ_{ijt} = (CMZ_{ijt}) * (1+0+0+0+0)$$

$$t=11, \dots, 20. \quad (1) \quad (0+CMH_{ijt}+CML_{ijt}+CD_{ijt}+CK_{ijt})$$

Idem pour  $MZ_{ijt}$ .

3)- Fichier de donnée pour L1.2

Voici l'ordre de lecture du logiciel.

- 1)- Variable dépendante.
- 2)- Variables sur lesquelles des transformations Box-Cox ne s'appliquent pas (Variables dichotomiques).
- 3)- Groupe de variables dont le lambda est fixe.
- 4)- Groupe de variables dont le lambda est estimé.

#### ANNEXE 4: TRANSFORMATION ET UTILISATION DU FICHER DE DONNEES

Le fichier de données utilisé par l'auteur dans le cadre de l'étude est, à l'origine, un fichier en format libre dont la lecture se fait de façon séquentielle. Cette procédure devient lourde lorsque le fichier est d'une longueur de 283 plus. Le système C.D.C. utilisé à l'Université de Montréal permet l'utilisation de fichiers en mode binaire appelés "fichiers UPDATE". Cette procédure, beaucoup moins lourde, fait directement la lecture des variables mentionnées. Cependant, les fichiers UPDATE requièrent deux fois plus d'espace mémoire sur le disque. Il faut donc prévoir un nombre suffisant de cases mémoire à cette effet.

A présent, voyons comment transformer un fichier séquentiel en un fichier UPDATE. Le lecteur trouvera à la page 117 un échantillon du fichier séquentiel auquel on a donné le nom de "MEMOIR". La page suivante présente, quant à elle, le programme qui permet de transformer le fichier MEMOIR en un fichier de type UPDATE. En soumettant le programme nous avons automatiquement les noms de variables contenues dans le fichier.

Par la suite, si l'on désire apporter des transformations dans les variables, il sera possible de le faire à partir d'un programme dont un exemple est donné à la page 122. Ce programme permet d'imprimer les valeurs des variables mentionnées pour mieux détecter les erreurs dans le fichier de données original. Il permet également de créer un autre fichier de données dont le format de lecture correspond



| Year | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10   | 1962 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
| 20   | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 30   | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 40   | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 50   | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 60   | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 70   | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 80   | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 90   | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 100  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 110  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 120  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 130  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 140  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 150  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 160  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 170  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 180  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 190  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 200  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 210  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 220  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 230  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 240  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 250  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 260  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 270  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 280  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 290  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 300  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 310  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 320  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 330  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 340  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 350  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 360  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 370  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 380  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 390  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 400  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 410  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 420  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 430  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 440  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 450  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 460  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 470  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 480  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 490  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 500  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 510  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 520  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 530  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 540  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 550  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 560  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 570  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 580  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 590  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 600  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 610  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 620  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |
| 630  | 1962 | 1981 |      |      |      |      |      |      |      |

```

1 PROGRAM CREER(INPUT,OUTPUT,TAPE1)
1 DIMENSION X(20)
1
5 READ 1,NOM
1 FORMAT(A8)
1 IF(EOF(5LINPUT)).NE.0) GO TO 400
1 READ 1,X
1 WRITE(1,100) NOM
100 FORMAT(4H+DK ,A8)
10 WRITE(1,200) X
200 FORMAT(5F15.4)
10 NEN+1
GO TO 300
15 PRINT *,NOMBRE DE SERIES N,N
400 STOP
END

```

SYMBOLIC REFERENCE MAP (RM1)

ENTRY POINTS  
6215 CREER  
VARIABLES SN TYPE RELOCATION  
6274 N INTEGER 6275 NOM INTEGER  
6276 X REAL ARRAY

FILE NAMES INPUT MODE MIXED 2054 OUTPUT FREE 4130 TAPE1 FMT  
EXTERNALS FOR TYPE REAL ARGS 1

STATEMENT LABELS FMT  
6245 1 300 6257 100 6265 200 FMT  
6217 300  
STATISTICS PROGRAM LENGTH 315R 205  
BUFFER LENGTH 6012R 3082  
520008 CM USED

NOMBRE DE SERIES 01165

DECKS ARE LISTED IN THE ORDER OF THEIR OCCURRENCE ON A NEW PROGRAM LIBRARY IF ONE IS CREATED BY THIS UPDATE

|         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| YANKSSS | GCN07 | GCN08 | GCN09 | GCN10 | GCN11 | GCN12 | GCN13 | GCN14 | GCN15 | GCN16 | GCN17 | GCN18 | GCN19 | GCN20 | GCN21 | GCN22 | GCN23 | GCN24 | GCN25 | GCN26 | GCN27 | GCN28 | GCN29 | GCN30 | GCN31 | GCN32 | GCN33 | GCN34 | GCN35 | GCN36 | GCN37 | GCN38 | GCN39 | GCN40 | GCN41 | GCN42 | GCN43 | GCN44 | GCN45 | GCN46 | GCN47 | GCN48 | GCN49 | GCN50 | GCN51 | GCN52 | GCN53 | GCN54 | GCN55 | GCN56 | GCN57 | GCN58 | GCN59 | GCN60 | GCN61 | GCN62 | GCN63 | GCN64 | GCN65 | GCN66 | GCN67 | GCN68 | GCN69 | GCN70 | GCN71 | GCN72 | GCN73 | GCN74 | GCN75 | GCN76 | GCN77 | GCN78 | GCN79 | GCN80 | GCN81 | GCN82 | GCN83 | GCN84 | GCN85 | GCN86 | GCN87 | GCN88 | GCN89 | GCN90 | GCN91 | GCN92 | GCN93 | GCN94 | GCN95 | GCN96 | GCN97 | GCN98 | GCN99 | GCN00 |       |       |       |       |       |
| GCN01   | GCN02 | GCN03 | GCN04 | GCN05 | GCN06 | GCN07 | GCN08 | GCN09 | GCN10 | GCN11 | GCN12 | GCN13 | GCN14 | GCN15 | GCN16 | GCN17 | GCN18 | GCN19 | GCN20 | GCN21 | GCN22 | GCN23 | GCN24 | GCN25 | GCN26 | GCN27 | GCN28 | GCN29 | GCN30 | GCN31 | GCN32 | GCN33 | GCN34 | GCN35 | GCN36 | GCN37 | GCN38 | GCN39 | GCN40 | GCN41 | GCN42 | GCN43 | GCN44 | GCN45 | GCN46 | GCN47 | GCN48 | GCN49 | GCN50 | GCN51 | GCN52 | GCN53 | GCN54 | GCN55 | GCN56 | GCN57 | GCN58 | GCN59 | GCN60 | GCN61 | GCN62 | GCN63 | GCN64 | GCN65 | GCN66 | GCN67 | GCN68 | GCN69 | GCN70 | GCN71 | GCN72 | GCN73 | GCN74 | GCN75 | GCN76 | GCN77 | GCN78 | GCN79 | GCN80 | GCN81 | GCN82 | GCN83 | GCN84 | GCN85 | GCN86 | GCN87 | GCN88 | GCN89 | GCN90 | GCN91 | GCN92 | GCN93 | GCN94 | GCN95 | GCN96 | GCN97 | GCN98 | GCN99 | GCN00 |



:REATION RUN

DECK LIST AS WRITTEN, IF NEWPL

UPDATE 1.4=628.

86/04/08 14.29.15.

|          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MON07    | MON09    | MON10    | MON11    | MON12    | MON13    | MON14    | MON15    | MON16    | MON17    |
| VON10    | VON11    | VON12    | VON13    | VON14    | VON15    | VON16    | VON17    | VON18    | VON19    |
| HPG815   | HPG816   | HPG817   | HPG818   | HPG819   | HPG820   | HPG821   | HPG822   | HPG823   | HPG824   |
| VGB15    | VGB16    | VGB17    | VGB18    | VGB19    | VGB20    | VGB21    | VGB22    | VGB23    | VGB24    |
| CCGN15   | CCGN16   | CCGN17   | CCGN18   | CCGN19   | CCGN20   | CCGN21   | CCGN22   | CCGN23   | CCGN24   |
| GON09    | GON10    | GON11    | GON12    | GON13    | GON14    | GON15    | GON16    | GON17    | GON18    |
| CCCN12   | CCCN13   | CCCN14   | CCCN15   | CCCN16   | CCCN17   | CCCN18   | CCCN19   | CCCN20   | CCCN21   |
| WCN10    | WCN11    | WCN12    | WCN13    | WCN14    | WCN15    | WCN16    | WCN17    | WCN18    | WCN19    |
| HPCN08   | HPCN09   | HPCN10   | HPCN11   | HPCN12   | HPCN13   | HPCN14   | HPCN15   | HPCN16   | HPCN17   |
| VCN13    | VCN14    | VCN15    | VCN16    | VCN17    | VCN18    | VCN19    | VCN20    | VCN21    | VCN22    |
| YFRANSON | YFRANSON | YFRANSON | YFRANSON | YFRANSON | YFRANSON | YFRANSON | YFRANSON | YFRANSON | YFRANSON |
| DURMAC01 | DURMAC02 | DURMAC03 | DURMAC04 | DURMAC05 | DURMAC06 | DURMAC07 | DURMAC08 | DURMAC09 | DURMAC10 |
| HPCB17   | HPCB18   | HPCB19   | HPCB20   | HPCB21   | HPCB22   | HPCB23   | HPCB24   | HPCB25   | HPCB26   |
| VCB01    | VCB02    | VCB03    | VCB04    | VCB05    | VCB06    | VCB07    | VCB08    | VCB09    | VCB10    |
| GALLIT   | GALLIT   | GALLIT   | GALLIT   | GALLIT   | GALLIT   | GALLIT   | GALLIT   | GALLIT   | GALLIT   |

THIS UPDATE REQUIRED 373008 WORDS OF CORE.  
:REATION FICHER DEMANDE

```

10=U3473, CM130000, T100.
20=*CODE
30=MONTE, GROUPE1.
40=ATTACH, DEMANDE, SN=GROUPE1.
50=FTN(PMD)
60=COPYCR (INPUT, DATUM)
70=LIB(L, OLDP, N=DEMAND, F=DEMANDE)
80=UPDATE(G, K, D, B, L=0)
90=COPYCR (COMPIL, DATUM)
100=REWIND (DATUM)
110=COMBINE (DATUM, DATA, 2)
120=REWIND (DATA)
130=LGO (DATA)
140=REWIND (TAPE1)
150=LIB(C, TAPE1, N=DONO1, F=DEMANDE)
160=*WEOR
170=*FTN +
180=*NUM
190=
200=
210=
220=
230=*NREG: NOMBRE DE REGIONS INFERIEUR OU EGAL A QUATRE
240=*NVI: NOMBRE D'OBSERVATIONS INDEPENDANTES SANS LA CONSTANT
250=*NOBS: NOMBRE D'OBSERVATIONS LUES POUR CHAQUE REGION
260=
270=*POUR
280=
290=
300=
310=
320=
330=
340=
350=
360=
370=
371=
372=
373=
380=*CHARBON COLOMBIE BRITANNIQUE EGALE CHARBON CANADA
390=
400=
410=
420=
430=
440=
450=
460=*DENOMINATEUR COMMUN POUR GAZ NATUREL
490=
500=
510=
520=*AGREGATION DU MAZOUT
530=
540=
550=
560=*AGREGATION COUT DU MAZOUT
570=
580=
590=
600=*DENOMINATEUR COMMUN POUR MAZOUT
620=
630=
640=
650=*AGREGATION ESSENCE ET PETROLE LIQUEFIE
660=
670=

```

```

7100= DO 16 J=1, NREG
7110= DO 16 I=1, NOBS
7200= 16 X(I, J, 6)=X(I, J, 6)+X(I, J, 8)
7300=*DENOMINATEUR COMMUN POUR ESSENCE ET PETROLE LIQUEFIE
7500= DO 17 J=1, NREG
7600= DO 17 I=1, NOBS
7700= 17 X(I, J, 7)=X(I, J, 7)/X(I, 2, 27)
7800=*DEFINITION PRIX DU PETROLE LIQUEFIE ET ESSENCE
7900= DO 20 J=1, NREG
8000= DO 20 I=1, NOBS
8100= 20 X(I, J, 6)=X(I, J, 6)/X(I, J, 7)
8200=*DENOMINATEUR COMMUN POUR CHARBON
8400= DO 60 J=1, NREG
8500= DO 60 I=1, NOBS
8600= 60 X(I, J, 22)=X(I, J, 22)/X(I, 4, 27)
8700=*DEFINITION PRIX RELATIF DU GAZ
8800= DO 21 J=1, NREG
8900= DO 21 I=1, NOBS
9000= 21 X(I, J, 3)=X(I, J, 3)/Y(I, J)/X(I, J, 6)
9100=*DEFINITION PRIX RELATIF DU PETROLE
9200= DO 22 J=1, NREG
9300= DO 22 I=1, NOBS
9400= 22 X(I, J, 7)=X(I, J, 10)/X(I, J, 11)/X(I, J, 6)
9500=*DEFINITION PRIX RELATIF ELECTRICITE
9600= DO 23 J=1, NREG
9700= DO 23 I=1, NOBS
9800= 23 X(I, J, 8)=X(I, J, 12)/X(I, J, 13)/X(I, J, 6)
9900=*DEFINITION PRIX RELATIF CHARBON
10000= DO 24 J=1, NREG
10100= DO 24 I=1, NOBS
10110= PRINT*, I, J, X(I, J, 4), X(I, J, 23), X(I, J, 22), X(I, J, 6)
10200= 24 X(I, J, 4)=X(I, J, 23)/X(I, J, 22)/X(I, J, 6)
10300=*DEFINITION PRIX RELATIF TRAVAIL
10400= DO 25 J=1, NREG
10500= DO 25 I=1, NOBS
10600= 25 X(I, J, 5)=X(I, J, 21)/X(I, J, 20)/X(I, J, 6)
10700=*DEFINITION PRIX RELATIF CAPITAL
11100= DO 26 J=1, NREG
11200= DO 26 I=1, NOBS
11300= 26 X(I, J, 6)=X(I, 3, 26)/100*(X(I, 1, 26)+(1/X(I, 2, 26)))/X(I, J, 6)
11400=*DEFINITION DE LA VARIABLE DEPENDANTE RETARDEE
11500= DO 36 J=1, NREG
11600= DO 36 I=2, NOBS
11700= 36 X(I, J, 9)=Y(I-1, J)
11800=*DEFINITION VARIABLES REGIONALES
12000= DO 66 J=1, NREG
12100= DO 66 I=1, NOBS
12110= X(I, J, 10)=X(I, J, 11)+X(I, J, 12)=0.
12200= IF(J, EG, 2) X(I, J, 10)=1
12300= IF(J, EG, 3) X(I, J, 11)=1
12400= IF(J, EG, 4) X(I, J, 12)=1
12500= 66 CONTINUE
12510=*DENOMINATEUR COMMUN RESEAU DE DISTRIBUTION GAZODUC
12520= DO 88 J=1, NOBS
12530= DO 88 I=1, NREG
12540= X(I, J, 2)=X(I, J, 2)*X(I, 4, 26)
12550= 88 CONTINUE
12600=*ECRIRE Y ET X POUR DSDM
12700= WRITE(1, 10) NDMY
12800= 10 FORMAT(A8)
12900= N=0
13000= DO 200 J=1, NREG
13100= DO 200 I=2, NOBS
13200=
13300= N=N+1
13400= 200 WRITE(1, 5) (VN(I, J), I=1, N)

```

N=0  
DD 400 J=1, NREG  
DD 400 I=2, NOBS  
N=N+1  
400 XN(N)=X(I, J, K)  
1420= 300 WRITE(1, 2) (XN(L), L=1, N)  
1430= PRINT\*, "NREG, NVIF, NOBS, N=", NREG, NVIF, NOBS, N  
1440= STDP  
1450= END  
1460=\*WEDR

1470=4 27 12 20  
1471=\*TAB ;=1234567890, 234567890, 234567890, 234567890, 234567890, 234567890, 234567890, 234567890;  
1472=G01 V01 DIST01 PG01 PC01 PLO1 PK01 PPO1  
1473=PE01 GO1LLAG DCB DGB DDN

1500=\*WEDR  
1510=\*C GCN01, GCB01, GGB01, GDN01  
1520=\*C VCN01, VCB01, VGB01, VND01  
1530=\*C DISTCN, DISTCB, DISTGB, DISTON  
1540=\*C CGCN01, CECB01, CEGB01, CEDNO1  
1550=\*C CECN01, CECB01, CEGB01, CEDNO1  
1560=\*C GECN01, GECB01, GEGB01, GEDNO1  
1570=\*C CESCNO1, CESCBO1, CESGB01, CESDNO1  
1580=\*C ESCN01, ESCB01, ESGB01, ESDNO1  
1590=\*C CPLCN01, CPLCBO1, CPLGB01, CPLDNO1  
1600=\*C LPCN01, LPCBO1, LPGBO1, LPDNO1  
1610=\*C CMZCN01, CMZCBO1, CMZGB01, CMZDNO1  
1620=\*C MZCN01, MZCBO1, MZGB01, MZDNO1  
1630=\*C CMHCN01, CMHCBO1, CMHGB01, CMHDNO1  
1640=\*C MHCN01, MHCBO1, MHGB01, MHDNO1  
1650=\*C CMLCN01, CMLCBO1, CMLGB01, CMLDNO1  
1660=\*C MLCN01, MLCBO1, MLGB01, MLDNO1  
1670=\*C CKCN01, CKCBO1, CKGB01, CKDNO1  
1680=\*C KCN01, KCB01, KGB01, KDNO1  
1690=\*C CDCN01, CDCBO1, CDGB01, CDNO1  
1700=\*C DCN01, DCB01, DGB01, DDNO1  
1710=\*C HPCN01, HPCBO1, HPGB01, HPDNO1  
1720=\*C WCN01, WCB01, WGB01, WDNO1  
1730=\*C CCN01, CCB01, CGB01, CCDNO1  
1740=\*C CCN01, CCB01, CGB01, CCDNO1  
1750=\*C COLLCN, COLLCB, COLLCB, COLLDN  
1760=\*C TRANSCN, TRANSCB, TRANSCB, TRANSON  
1761=\*C RENDMT, DURMACO1, PMACO1, MILKM1  
1762=\*C MILKM2, GALLIT, PCBMCB, IMPMET  
1850=\*WEDR

13. 57. 02. T3473CE. 3473-A2 EG(02-PTX) PR 1 180 LN 4 PG 86/06/03 MFA/ A2 S1152



125 300 WRITE(1,2)((XN(L),L=1,N)  
 PRINT\*,"NREG,NVIF,NOBS,N=",NREG,NVIF,NOBS,N  
 STOP  
 END  
 1420  
 1430  
 1440  
 1450

SYMBOLIC REFERENCE MAP (R=1)

ENTRY POINTS  
 6215 DONNEE

| VARIABLES | SN | TYPE    | RELOCATION |
|-----------|----|---------|------------|
| 7170 I    |    | INTEGER |            |
| 7172 K    |    | INTEGER |            |
| 7173 N    |    | INTEGER |            |
| 7175 NOMX |    | INTEGER |            |
| 7163 NREG |    | INTEGER | ARRAY      |
| 7165 NVIF |    | INTEGER | ARRAY      |
| 13650 XN  |    | REAL    | ARRAY      |
| 13530 YN  |    | REAL    | ARRAY      |

FILE NAMES 0 INPUT 2054 OUTPUT MIXED 4130 TAPE1 FMT

| STATEMENT LABELS | MODE | MIXED | 7072 | 2   | FMT | 7133 | 10  | FMT |
|------------------|------|-------|------|-----|-----|------|-----|-----|
| 7063 1           |      |       | 0    | 12  |     | 0    | 13  |     |
| 0 11             |      |       | 0    | 15  |     | 0    | 16  |     |
| 0 14             |      |       | 0    | 20  |     | 0    | 21  |     |
| 0 17             |      |       | 0    | 23  |     | 0    | 24  |     |
| 0 22             |      |       | 0    | 26  |     | 0    | 36  |     |
| 0 25             |      |       | 0    | 46  |     | 0    | 57  |     |
| 0 50             |      |       | 0    | 88  |     | 0    | 100 |     |
| 0 70             |      |       | 0    | 300 |     | 0    | 400 |     |
| 7115 200         |      |       | 0    |     |     | 0    |     |     |

| LOOPS | LABEL | INDEX | FROM-TO | LENGTH | PROPERTIES | EXT REFS  | NOT INNER |
|-------|-------|-------|---------|--------|------------|-----------|-----------|
| 6234  | 100   | K     | 13 20   | 51B    | OPT        | EXT REFS  |           |
| 6247  |       | J     | 17 18   | 13B    | OPT        | EXT REFS  |           |
| 6266  |       | J     | 18 18   | 7B     | OPT        | EXT REFS  |           |
| 6312  |       | J     | 22 28   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6323  |       | J     | 30 32   | 20B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6331  |       | J     | 31 36   | 5B     | OPT        | NOT INNER |           |
| 6350  |       | J     | 35 36   | 20B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6371  |       | J     | 38 40   | 5B     | OPT        | NOT INNER |           |
| 6403  |       | J     | 42 44   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6411  |       | J     | 43 44   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6421  |       | J     | 46 48   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6427  |       | J     | 47 48   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6437  |       | J     | 50 52   | 13B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6445  |       | J     | 51 52   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6455  |       | J     | 54 56   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6463  |       | J     | 55 60   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6473  |       | J     | 58 60   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6501  |       | J     | 59 64   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6511  |       | J     | 62 64   | 15B    | OPT        | NOT INNER |           |
| 6517  |       | J     | 63 64   | 13B    | OPT        | NOT INNER |           |



|       |      |       |      |        |      |        |      |
|-------|------|-------|------|--------|------|--------|------|
| 7779  | 0000 | 8414  | 0000 | 94462  | 0000 | 10557  | 0000 |
| 10989 | 0000 | 11700 | 0000 | 12852  | 0000 | 17183  | 0000 |
| 20023 | 0000 | 82701 | 0000 | 14468  | 0000 | 17867  | 0000 |
| 74357 | 0000 | 11080 | 0000 | 40936  | 0000 | 59867  | 0000 |
| 9998  | 0000 | 10810 | 0000 | 118763 | 0000 | 156367 | 0000 |
| 1401  | 0000 | 11475 | 0000 | 1257   | 0000 | 1323   | 0000 |
| 4241  | 0000 | 1845  | 0000 | 12568  | 0000 | 12935  | 0000 |
| 873   | 0000 | 5045  | 0000 | 2568   | 0000 | 9048   | 0000 |
| 2882  | 0000 | 845   | 0000 | 6610   | 0000 | 859    | 0000 |
| 10657 | 0000 | 13203 | 0000 | 1913   | 0000 | 2585   | 0000 |
| 5430  | 0000 | 14119 | 0000 | 6861   | 0000 | 9808   | 0000 |
| 11099 | 0000 | 4326  | 0000 | 19400  | 0000 | 25265  | 0000 |
| 41820 | 0000 | 5631  | 0000 | 5007   | 0000 | 9147   | 0000 |
|       |      | 12557 | 0000 | 7363   | 0000 | 34273  | 0000 |
|       |      | 47282 | 0000 | 23485  | 0000 | 84172  | 0000 |
|       |      |       |      | 64960  | 0000 |        |      |

|       |      |        |      |        |      |        |      |
|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| 19267 | 0000 | 21050  | 0000 | 22577  | 0000 | 25732  | 0000 |
| 28147 | 0000 | 30317  | 0000 | 32249  | 0000 | 36368  | 0000 |
| 39408 | 0000 | 43891  | 0000 | 49542  | 0000 | 69118  | 0000 |
| 83319 | 0000 | 97251  | 0000 | 119021 | 0000 | 152580 | 0000 |
| 1786  | 0000 | 18220  | 0000 | 11875  | 0000 | 22127  | 0000 |
| 2301  | 0000 | 2422   | 0000 | 2518   | 0000 | 2706   | 0000 |
| 5934  | 0000 | 7046   | 0000 | 3507   | 0000 | 4977   | 0000 |
| 4528  | 0000 | 5119   | 0000 | 7863   | 0000 | 9996   | 0000 |
| 7102  | 0000 | 8119   | 0000 | 8938   | 0000 | 6262   | 0000 |
| 10279 | 0000 | 11609  | 0000 | 9261   | 0000 | 9837   | 0000 |
| 17536 | 0000 | 122013 | 0000 | 8613   | 0000 | 15986  | 0000 |
| 7248  | 0000 | 228012 | 0000 | 12255  | 0000 | 39655  | 0000 |
| 10187 | 0000 | 10634  | 0000 | 26468  | 0000 | 13274  | 0000 |
| 14625 | 0000 | 16182  | 0000 | 11331  | 0000 | 13274  | 0000 |
| 32366 | 0000 | 35660  | 0000 | 118817 | 0000 | 25372  | 0000 |
|       |      |        |      | 41385  | 0000 | 54367  | 0000 |

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1664 | 6000 | 1801 | 7000 | 1903 | 1000 | 2188 | 1000 |
| 2380 | 8000 | 2547 | 8000 | 2747 | 0000 | 3001 | 6000 |
| 3158 | 2000 | 3337 | 0000 | 3570 | 0000 | 3721 | 8000 |
| 3905 | 3000 | 4157 | 2000 | 4153 | 6000 | 4704 | 2000 |
| 1171 | 5000 | 1118 | 7000 | 126  | 1000 | 154  | 8000 |
| 246  | 6000 | 264  | 5000 | 186  | 8000 | 2291 | 1000 |
| 296  | 0000 | 313  | 4000 | 267  | 0000 | 291  | 5000 |
| 432  | 4000 | 486  | 2000 | 317  | 7000 | 347  | 8000 |
| 606  | 0000 | 497  | 9000 | 486  | 5000 | 545  | 7000 |
| 808  | 5000 | 886  | 0000 | 651  | 0000 | 790  | 3000 |
| 892  | 1000 | 1026 | 7000 | 841  | 3000 | 883  | 1000 |
| 711  | 7000 | 1785 | 8000 | 1114 | 2000 | 1201 | 2000 |
| 1025 | 5000 | 1036 | 4000 | 1828 | 6000 | 1265 | 1000 |
| 1285 | 3000 | 1330 | 0000 | 1149 | 5000 | 1458 | 7000 |
| 1569 | 5000 | 1573 | 5000 | 1717 | 3000 | 1786 | 4000 |

|       |      |       |      |       |      |       |      |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 16375 | 0000 | 18159 | 0000 | 19773 | 0000 | 22840 | 0000 |
| 24420 | 0000 | 25488 | 0000 | 26721 | 0000 | 26827 | 0000 |
| 26975 | 0000 | 28178 | 0000 | 33834 | 0000 | 39431 | 0000 |
| 41282 | 0000 | 42893 | 0000 | 46071 | 0000 | 63386 | 0000 |
| 11216 | 0000 | 11309 | 0000 | 1249  | 0000 | 11458 | 0000 |
| 1357  | 0000 | 1500  | 0000 | 1531  | 0000 | 1468  | 0000 |
| 1567  | 0000 | 1593  | 0000 | 1812  | 0000 | 2225  | 0000 |
| 2523  | 0000 | 2410  | 0000 | 2617  | 0000 | 4386  | 0000 |
| 3857  | 0000 | 4352  | 0000 | 5146  | 0000 | 5970  | 0000 |
| 6597  | 0000 | 7279  | 0000 | 7417  | 0000 | 7859  | 0000 |
| 7791  | 0000 | 8879  | 0000 | 11235 | 0000 | 12414 | 0000 |
| 12739 | 0000 | 13248 | 0000 | 14078 | 0000 | 21672 | 0000 |
| 745   | 0000 | 8797  | 0000 | 8758  | 0000 | 10168 | 0000 |
| 10636 | 0000 | 10798 | 0000 | 11432 | 0000 | 1104  | 0000 |
|       |      |       |      | 1178  | 0000 |       |      |



à celui utilisé avec le logiciel L1.2 et dans lequel se trouvent toutes les nouvelles variables transformées. Ce fichier est donc un fichier de données de type séquentiel dans lequel toutes les variables "finales" apparaissent dans un ordre requis par L1.2.

Les personnes qui désirent avoir accès au fichier de données mentionné pourront en faire la demande auprès de monsieur Pierre Lasserre, professeur au département des sciences économiques de l'Université de Montréal.

BIBLIOGRAPHIE

1. Berndt, E.R., Fuss, M.A., Waverman, L. (1979), A Dynamic Model of Costs of Adjustment and Interrelated Factor Demands, with an Empirical Application to Energy Demand in U.S. Manufacturing, Institute of Policy Analysis, Working Paper 7925, University of Toronto.
2. Berndt, E.R., Khaled, M.S., Parametric Productivity Measurement and Choice among Flexible Functional Forms, J.P.E., vol.87, no 6, 1979, p.1220-1245.
3. Bohi, D.R., (1981), Analyzing Demand Behavior: A Study of Energy Elasticities, John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
4. Box, G.E.P., Cox, D.R., (1964), An Analysis of Transformations, Journal of the Royal Statistical Society, Serie B, no 26, p.211-243.
5. Box, G.E.P., Jenkins, G.M., (1970), Time Series Analysis, Forecasting and Control, Holden Day, Sanfrancisco.
6. Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., (1969), The Measurement of U.S. Real Capital Input, The Review of Income and Wealth, vol.15, no 4, p.293-321.
7. Conseil Economique du Canada, (1985), Une Stratégie Énergétique pour Demain Ottawa, C.E.C.
8. Conseil Economique du Canada, (1982), Canadian Regional Energy Demand Elasticities, Ottawa, C.E.C., mars.
9. Énergie, Mines et Ressources Canada, (1979), Perspective de l'Offre et de la Demande de Gaz au Canada, Ottawa, E.M.R.
10. Fuss, M., Hyndman, R., Waverman L., (1977), Residential, Commercial and Industrial Demand for Energy in Canada: Projections to 1985 with three Alternative Models, dans "International Studies of the Demand for Energy", W.D. Naurdhaus ed., North Holland, Amsterdam, Chap.9, p.151-181.
11. Gaudry, M.J.I., (1985), D.R.A.G., Un Modèle de Demande Routière des Accidents et de leur Gravité, Appliqué au Québec de 1956 à 1982, Centre de Recherche sur les Transports, Cahier 359, Université de Montréal.
12. Gaudry, M.J.I., Dagenais, M.G., (1979), Heteroskedasticity and Use of the Box-Cox Transformations, Economic Letters, vol.2, no 3, p.225-229.
13. Gaudry, M.J.I., Wills, M.J., (1977), Estimating the Functional Form of Travel Demand Models, Centre de Recherche sur les Transports, Cahier 63, Université de Montréal.

14. Griffin, J.M., (1982), The Approximation Characteristics of Generalized Functional Forms: Results From Pseudo-Data Experiments, dans "Advances in Applied Micro-Economics", J.A.I. Press, vol.2, Cambridge, Mass.
15. Gowdy, J.M. (1983), Industrial Demand for Natural Gas: Inter-Industry Variation in New-York State, Energy Economics, july.
16. Hall, R.E., Jorgenson, D.W., (1967), Tax Policy and Investment Behaviour, A.E.R, no 2, p.391-414.
17. Halvorsen, R., (1978), Econometric Models of U.S. Energy Demand, D.C. Heath and Company, Lexington, Mass.
18. Hirshleifer, J., (1980), Price Theory and Application, 2nd ed., Prentice Hall, Inglewood, N-J.
19. Houthakker, H.S., Taylor, L.D., (1970), Consumer Demand in the United States: Analyses and Projections, 2nd ed., Harvard University Press, Cambridge, Mass, p.6-30.
20. Johnston, J., (1972), Econometric Methods, 2nd ed., Mc Graw Hill, N-Y.
21. Jorgenson, D.W., (1963), Capital Theory and Investment Behaviour, American Economic Association, p.247-259.
22. Jorgenson, D.W., Griliches, Z., (1967), The Explanation of Productivity Change, R.E.S., vol.34, no 99, juillet, p.249-283.
23. Liem, T.C., Dagenais, M.G., Gaudry, M.J.I., (1983), L1.1: A Program for Box-Cox Transformations in Regression Models with Heteroskedastic and Autoregressive Residuals, Centre de Recherche sur les Transports, cahier 301, Université de Montréal.
24. Nicholson, W., (1978), Micro-Economic Theory, 2nd ed., Dryden Press, Hinsdale, Ill.
25. Pindyck, R.S., (1979), The Structure of World Energy Demand, M.I.T. Press, Cambridge, Mass.
26. Banque du Canada, Revue de la Banque du Canada, Ottawa, B.C.
27. Statistique Canada, Flux et Stock de Capital Fixe, Catalogue 13-568, Hors Serie, 1936-1983, B.F.S., Ottawa.
28. Statistique Canada, Industries Manufacturieres du Canada: Niveaux National et Provincial, Catalogue 31-203, bilingue, premier numéro 1949, B.F.S., Ottawa.
29. Statistique Canada, Service de Gaz, Catalogue 55-002, Mensuel, B.F.S., Ottawa.

30. Statistique Canada, Disponibilité et Ecoulement d'Energie au Canada, Catalogue 57-003, Trimestriel, B.F.S., Ottawa.
31. Statistique Canada, Services de Gaz: Réseau de Transport et de Distribution, Catalogue 57-205, Annuel, premier numéro 1959, B.F.S., Ottawa.
32. Statistique Canada, Consommation de Combustible et d'Electricité par les Industries Manufacturières, Minérales et de l'Exploitation Forestière et par les Centrales Electriques des Services d'Electricité, Catalogue 57-208, Annuel, premier numéro 1975, B.F.S., Ottawa.
33. Statistique Canada, Consommation de Combustible et d'Electricité Achetés par les Industries Manufacturières et par les Centrales Thermiques des Services d'Electricité, Catalogue 57-506, Hors-Serie 1962-1974, B.F.S., Ottawa.
34. Statistique Canada, Prix à la Consommation et Indice de Prix, Catalogue 62-010, Trimestriel, premier numéro 1975, B.F.S., Ottawa.
35. Statistique Canada, Indice des Prix de l'Industrie, Catalogue 62-011, Mensuel, premier numéro 1971-1975, B.F.S., Ottawa.
36. Statistique Canada, Indice des Prix de Ventes dans l'Industrie: Industries Manufacturières, Catalogue 62-543, Hors-Serie 1956-1976, B.F.S., Ottawa.
37. Taylor, L.D., (1977), The Demand for Energy: A Survey of Price and Income Elasticities, dans "International Studies of the Demand for Energy", W.D. Nordhaus ed., North Holland, Amsterdam, p.3-45.
38. Treadway, A.B., (1969), On Rational Entrepreneurial Behaviour and the Demand for Investment, R.E.S, p.227-239.
39. Young, A.H., Musgrave, J.C., (1980), Estimation of Capital Stock in the U.S., dans "The Measurement of Capital", Dan Usher ed., The University of Chicago Press, Chicago, p.23-46.



REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout spécialement M. Pierre Lasserre qui, en sa qualité de directeur de thèse, m'a offert conseils et encouragement tout au long de ce travail. Sa confiance et sa disponibilité ont permis de faire de mon étude une expérience enrichissante. Je voudrais également remercier M. Marc Gaudry dont les commentaires pertinents ont grandement aidés mon étude. Enfin, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance envers Tran C. Liem dont l'aide technique pour le logiciel L1.1 a grandement accéléré le processus de recherche de mon mémoire.