

## Article

---

« Substitutions énergie-travail dans le modèle de prix de Statistique Canada »

Pierre Dupont

*L'Actualité économique*, vol. 61, n° 1, 1985, p. 112-126.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/601324ar>

DOI: 10.7202/601324ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

---

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

---

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : [info@erudit.org](mailto:info@erudit.org)

## *Substitutions énergie-travail dans le modèle de prix de statistique Canada*

Pierre DUPONT

*Groupe de recherche en économie de l'énergie  
et des ressources naturelles (GREEN)*

*Département d'économique  
Université Laval*

Dans un article paru dans *The Review of Economics and Statistics* (vol. LXVI, mai 1984), M. Truchon propose une méthode qui permet d'introduire les substitutions dans un modèle de prix de type intersectoriel. Le but de la présente étude est de démontrer le caractère opérationnel de cette méthode en l'expérimentant sur le modèle de prix de Statistique Canada. Pour ce faire, des substitutions sont décrétées entre quatre facteurs énergétiques (charbon, électricité, essence et mazout, gaz naturel) et le travail, à l'aide d'élasticités-prix exogènes empruntées à une étude économétrique. Les résultats indiquent que les industries diminuent leurs coûts de production en opérant ces substitutions, ce qui est conforme à la théorie économique. Par le fait même, ces résultats confirment le caractère opérationnel de la méthode proposée par Truchon.

*Energy-Labour Substitutions in the Price Model of Statistic Canada.* — In a paper published by the *Review of Economics and Statistics* (vol. LXVI, mai 1984), M. Truchon suggested a methodology that permits the introduction of substitution into an Input-Output Price Model. The purpose of this paper is to demonstrate the operational character of this method using the Price Model of Statistic Canada. The substitutions are induced between four energy factors (coal, electricity, fuel and natural gas) and labor, with exogenous elasticities taken from an econometric study. The results indicate that the production costs of the industries are lower when the possibility of substitutions exists; which is consistent with economic theory. In conclusion, our results confirm the operational character of Truchon's method.

---

Ce texte est un résumé de ma thèse de maîtrise que j'ai rédigée au Département d'économique de l'Université Laval sous la direction du professeur Michel Truchon. Je remercie Michel Truchon et Richard Dagenais pour leurs judicieux commentaires, Marie-Claude Lévesque pour la qualité de son travail informatique, Ronald Rioux pour son indispensable aide technique à Statistique Canada, le ministère fédéral Énergie, Mines et Ressources pour sa précieuse aide financière.

## INTRODUCTION

Les modèles intersectoriels sont des modèles linéaires d'analyse des activités. On peut leur associer un dual dont la solution représente en quelque sorte des prix d'équilibre pour le modèle primal. Tout comme il est possible d'utiliser un modèle intersectoriel pour suivre la propagation d'une demande finale à travers le système productif, on peut se servir de son dual pour étudier la propagation des coûts de production à l'intérieur de ce système. Pour cette raison, ce dual est souvent appelé « modèle de prix ».

La principale limite d'un tel modèle est de déterminer des prix d'équilibre en négligeant les possibilités de substitutions entre les facteurs de production. Implicitement, cela revient à supposer que l'élasticité-prix de la demande de chaque facteur de production est nulle. Il va sans dire que cette hypothèse est très peu réaliste, du moins à long terme, lorsqu'il y a des hausses substantielles des prix des intrants.

En vue de permettre le relâchement de cette hypothèse, Truchon (1984) a développé une méthode qui consiste à décréter des substitutions en fonction des prix, en spécifiant directement des élasticités-prix ou de substitutions. Cette méthode a l'avantage de ne requérir aucune spécification ou estimation de modèle. Elle s'applique à tout modèle existant. Les élasticités peuvent être inspirées d'études économétriques ou être déterminées par l'utilisateur selon sa connaissance du sujet et son jugement personnel. Le choix des élasticités doit cependant respecter certaines règles de cohérence<sup>1</sup>.

Dans son article, Truchon illustre sa méthode à l'aide d'un modèle intersectoriel comprenant 6 industries, 6 biens et 5 facteurs primaires, dans lequel il introduit des substitutions entre 2 biens, d'une part, et entre 1 bien et 1 facteur primaire, d'autre part. Les substitutions sont réalisées à partir d'élasticités subjectives. Le but de la présente étude est de tester la méthode sur une plus grande échelle en utilisant la version 1978 du modèle de prix de Statistique Canada<sup>2</sup>.

À partir d'élasticités-prix puisées dans l'étude économétrique de Marchon et Van Peeterssen (1981), deux scénarios de substitutions sont expérimentés au niveau des industries manufacturières canadiennes. Le premier scénario incorpore les substitutions entre 4 catégories énergétiques à savoir le charbon, l'essence et le mazout, l'électricité et le gaz naturel. Le second scénario introduit, en plus, des substitutions entre les catégories énergétiques précitées et le facteur travail.

---

1. Cf. Truchon (1984, pp. 330-332).

2. Le modèle englobe 191 industries, 602 biens et services et 7 facteurs primaires. Le lecteur en trouvera la version complète dans « Le guide des utilisateurs », Statistique Canada (1981, chap. 5).

Pour alimenter le modèle de prix, nous simulons un scénario de prix contenant les principales causes de l'inflation par les coûts de 1980<sup>3</sup>. Plus précisément, nous retenons la hausse des prix énergétiques marquée par une augmentation sensible du prix du pétrole brut attribuable au second choc pétrolier, l'augmentation des prix des importations ainsi que celle des salaires<sup>4</sup>.

Le plan du texte est le suivant. La section 1 expose la méthode de Truchon. La section 2 porte sur l'estimation des coefficients dits modificateurs dont le rôle est justement de déclencher les substitutions à l'intérieur du modèle de prix. Nous débutons en présentant les élasticités-prix utilisées pour estimer les coefficients modificateurs reliés aux deux scénarios de substitutions. Nous discutons ensuite du traitement apporté aux divers problèmes rencontrés pour enfin terminer avec la présentation des coefficients modificateurs. La dernière section présente et analyse les résultats en termes des indices des prix de vente des industries manufacturières canadiennes. Enfin, la conclusion résume les faits saillants de l'étude.

#### 1. UNE MÉTHODE POUR INTRODUIRE LES SUBSTITUTIONS DANS UN MODÈLE DE PRIX

Pour simplifier l'exposé de la méthode, nous limitons la discussion à une seule industrie et à un seul coefficient d'intrant que nous dénotons  $q_i$ . Ce  $q_i$  est exprimé en dollars constants que nous considérons comme quantité. Supposons, au départ, des indices de prix unitaires et définissons  $\Delta q_{ik}$  comme étant le changement à induire dans  $q_i$  suite à une variation de l'indice de prix du facteur  $k$  de 1 à  $p_k$ . Définissons ensuite  $\Delta q_i$  comme étant la somme des changements dans  $q_i$  suite à une variation de tous les indices de prix, soit :

$$\Delta q_i = \sum_k \Delta q_{ik} \quad (1.1)$$

Supposons  $q_i \neq 0$  et  $p_k \neq 1$ . Par définition, l'élasticité-prix  $\epsilon_{ik}$  du bien  $i$  par rapport au prix du bien  $k$  s'écrit,

$$\epsilon_{ik} = \frac{\Delta q_{ik}}{q_i(p_k - 1)} \quad (1.2)$$

En solutionnant (1.2) pour  $\Delta q_{ik}$ , en substituant dans (1.1) et en utilisant la propriété d'homogénéité de degré zéro des fonctions de demandes par rapport au prix, soit  $\sum_k \epsilon_{ik} = 0$ , on obtient :

$$\Delta q_i = q_i \sum_k \epsilon_{ik} p_k \quad (1.3)$$

3. Cf. Rapport annuel de la Banque du Canada (1980) et la Revue économique du ministère des Finances, Canada (avril 1981).

4. Cf. Dupont (1984, pp. 16-23) pour les sources et le traitement apportés aux données.

Finalement, le nouveau coefficient d'intrant ( $q_i^*$ ) découle de l'addition de  $\Delta q_i$  à  $q_i$ . On peut alors écrire :

$$q_i^* = q_i u_i \quad \text{où } u_i = 1 + \sum_k \epsilon_{ik} p_k \tag{1.4}$$

Le nouveau coefficient  $q_i^*$  est donc obtenu en multipliant l'ancien par un coefficient  $u_i$  que nous qualifions de « modificateur ». Selon que  $u_i$  soit inférieur, égal ou supérieur à l'unité,  $q_i^*$  sera inférieur, égal ou supérieur à  $q_i$ . Notons enfin que  $(u_i - 1)$  est le changement relatif de la dépense sur le bien  $i$  suite aux changements des prix des intrants.

Dans la relation (1.4), si  $q_i = 0$ , il est évident que le changement dans le niveau de dépense ne peut être induit par l'intermédiaire de  $u_i$ . En outre, le changement relatif du niveau de la dépense sur le bien  $i$  est indéfini. Pour surmonter cette difficulté, Truchon (1984, p. 333) préconise un changement direct dans le niveau de la dépense sur le bien  $i$  sans passer par les élasticités. Ce changement  $\Delta q_i$  devrait toutefois être choisi de sorte qu'il obéisse aux deux règles de rationalité suivantes :

$$\sum_i \Delta q_i \geq 0 \quad \text{et} \quad \sum_i p_i \Delta q_i \leq 0 \tag{1.5}$$

Étant donné que l'on part d'une situation où l'on a minimisé les coûts, les changements qui vont être apportés dans les coefficients de dépense ne devraient pas être rentables sous les anciens prix. C'est ce qu'impose la première inégalité. Par contre, ils devraient l'être sous les nouveaux prix. C'est ce qu'exprime la seconde inégalité. De la relation (1.5), on déduit un intervalle pour le choix de  $\Delta q_i$ ,

$$-\sum_{k \neq i} \Delta q_k \leq \Delta q_i \leq -\sum_{k \neq i} \Delta q_k p_k / p_i \tag{1.6}$$

Notons que si l'utilisateur choisit des  $\epsilon_{ik}$  qui satisfont la propriété d'homogénéité de degré zéro des fonctions de demandes par rapport aux prix, alors les deux règles de rationalité sont observées<sup>5</sup>.

Il peut arriver que  $u_i$  soit négatif. Cela est insensé car c'est dire que le nouveau coefficient d'intrant ( $q_i^*$ ) est négatif. Pour pallier à ce problème, posons  $u_i = 0$ , ce qui signifie que l'on cesse d'acheter du bien  $i$  suite aux changements de prix. Bref, on a  $q_i^* = 0$ . Comme, dans un processus de

---

5. Posons  $\epsilon_{ik} = \frac{\partial q_i}{\partial p_k} \frac{1}{q_i}$ ,  $X = [\partial q_i / \partial p_k]$  et  $e = [1, 1, \dots, 1]$ . En utilisant (1.3) qui repose sur l'hypothèse d'homogénéité de degré zéro des fonctions de demande par rapport au prix, on peut écrire :  $\sum_i \Delta q_i = \sum_i q_i \sum_k \epsilon_{ik} p_k = \sum_{ik} q_i \epsilon_{ik} p_k = e X p$ . On a  $e X \geq 0$  sans quoi on n'aurait pas produit au moindre coût. Comme  $p \geq 0$ , il s'ensuit que  $e X p' \geq 0$ , ce qui établit la première partie de (1.5). Pour ce qui est de la deuxième partie, on peut écrire :  $\sum_i \sum_k p_k q_i \epsilon_{ik} p_k = p X p'$ . Comme  $X$  est semi-définie négative,  $p X p' \leq 0$ .

substitution, un facteur est normalement remplacé par d'autres, il ne suffit pas de contraindre la diminution de  $q_i$ . Il faut aussi limiter l'augmentation des autres facteurs, sans quoi, nous allons introduire un biais positif. Nous allons le faire pour le plus grand des autres  $u_i$ , disons  $u_k$ . De façon plus précise, nous allons choisir  $u_k$  pour que les règles de rationalité (1.5) soient satisfaites. En substituant  $q_j(u_j - 1)$  à  $\Delta q_j$  dans (1.6), avec  $u_i = 0$ , nous obtenons l'intervalle :

$$1 - \sum_{j \neq k} q_j(u_j - 1) \leq u_k \leq 1 - \sum_{j \neq k} q_j(u_j - 1)p_j/p_k \quad (1.7)$$

L'utilisation des relations (1.4), (1.6) et (1.7) pose une difficulté méthodologique parce que  $p_k$  résulte du modèle de prix une fois que les substitutions ont pris place. Pour surmonter cette difficulté, Truchon (1984, p. 331) suggère une procédure itérative. À la première itération, il s'agit de calculer des indices de prix ( $p_k$ ) sans tenir compte des substitutions. En utilisant ces prix et les  $\epsilon_{ik}$  spécifiés, on obtient des  $u_i$  à l'aide de la relation (1.4). À la deuxième itération, on introduit les  $u_i$  dans le modèle de prix pour le forcer à tenir compte des substitutions. Dénotons par  $p_k^p$  les nouveaux indices de prix calculés par le modèle. Aux  $u_i$  spécifiés et à ces nouveaux indices de prix correspondent des élasticités-prix ex post  $\epsilon_{ik}^p$ . On compare les  $\epsilon_{ik}$  et les  $\epsilon_{ik}^p$ ; si on juge les  $\epsilon_{ik}^p$  suffisamment près des  $\epsilon_{ik}$ , on arrête la procédure. Si tel n'est pas le cas, on calcule de nouveaux  $u$  avec les  $p_k^p$  de la dernière itération et on recommence la procédure. On peut définir un critère de convergence à partir de l'écart relatif entre  $\epsilon_{ik}$  et  $\epsilon_{ik}^p$ . Posons,

$$\theta_{ik} = (\epsilon_{ik}^p - \epsilon_{ik})/\epsilon_{ik} \quad (1.8)$$

$$\text{où } \epsilon_{ik}^p \equiv \frac{\Delta q_{ik}}{q_i (p_k^p - 1)}$$

Lorsque  $\theta_{ik}$  tend vers zéro, il s'ensuit que  $\epsilon_{ik}^p$  tend vers  $\epsilon_{ik}$ . Au sujet de la procédure itérative, Truchon (1984) écrit :

*"Although the convergence of such a procedure has not yet been established, examples performed thus far indicate that it might well be sufficient to rerun the model only once or twice to obtain satisfactory results."*

Effectivement, dans la présente étude, deux itérations ont suffi.

Les principales étapes de la méthode de Truchon sont représentées, de façon schématique, à la figure 1 ci-dessous.

## 2. ESTIMATION DES COEFFICIENTS MODIFICATEURS

### 2.1 *Les élasticités-prix*

Les coefficients modificateurs sont construits à l'aide des élasticités-prix calculées par Marchon et Van Peeterssen (1981). Ces derniers ont estimé, entre autres, des élasticités-prix de court terme pour l'ensemble des industries manufacturières canadiennes. Il s'agit des élasticités-prix de huit facteurs de production à savoir le capital ( $K$ ), le matériel ( $M$ ), le travail ( $L$ ) et l'énergie ( $E$ ). Cette dernière est décomposée en quatre intrants énergétiques soit le charbon ( $C$ ), le gaz naturel ( $G$ ), l'essence et le mazout ( $F$ ) et l'électricité ( $H$ ). Puisque leur banque de données repose sur les tableaux intersectoriels canadiens, cela va évidemment faciliter l'utilisation de ces élasticités dans le contexte du modèle de prix de Statistique Canada. Enfin, comme leurs données couvrent la période 1960-76, elles englobent l'expérience du premier choc pétrolier de 1973-74. Conséquemment, ces données reflètent peut-être le comportement des industries face à des hausses substantielles des prix de l'énergie.

Pour dériver les élasticités-prix, Marchon et Van Peeterssen ont supposé que la fonction de production de l'énergie est homothétique<sup>6,7</sup>. Les producteurs choisissent les intrants énergétiques dans des proportions qui dépendent uniquement de leurs prix relatifs. Ces proportions sont indépendantes, entre autres, du niveau de production. Cela cadre très bien avec la philosophie d'un modèle intersectoriel et d'un modèle de prix de type intersectoriel.

Marchon et Van Peeterssen ont également fait deux hypothèses de séparabilité faible<sup>8</sup>. Ce type d'hypothèse signifie qu'il y a absence de substitution entre les intrants d'un groupe faiblement séparable et ceux des autres groupes. Les auteurs supposent, en premier lieu, qu'il y a séparabilité entre les groupes capital-énergie et travail-matériel. En second lieu, ils postulent la séparabilité entre les différents types d'énergie et tous les autres types d'intrants utilisés. Cela leur permet d'estimer des élasticités pour les facteurs énergétiques à l'intérieur de la catégorie énergie.

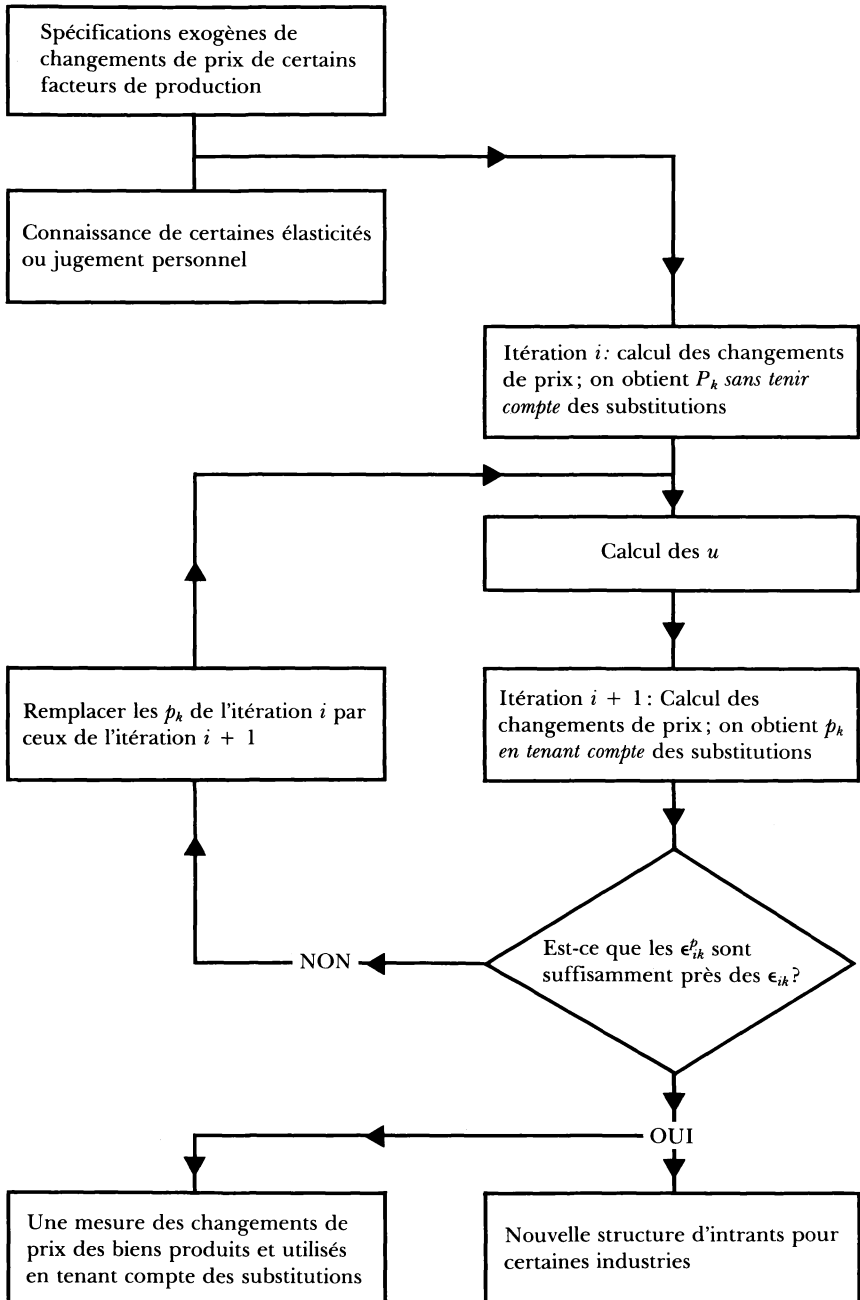
Comme le démontrent Berndt et Wood (1979, p. 344), les valeurs absolues des élasticités-prix directes, obtenues sous l'hypothèse de séparabilité faible sont généralement biaisées vers le haut. Berndt et Wood

6. Une fonction  $g(x)$  est homothétique si on peut l'écrire comme une transformation monotone croissante  $F[\cdot]$  d'une fonction  $f(\cdot)$  homogène de degré un, soit,  $g(x) = F[f(x)]$ .

7. Cf. Rose et Star (1978) pour les implications de l'homothéticité.

8. Considérons une partition  $R$  d'un ensemble  $N$  en  $r$  sous-ensembles exclusifs et exhaustifs, soit  $R = \{N_1, \dots, N_r\}$ . Une fonction de production  $f(x)$  est faiblement séparable par rapport à la partition  $R$  si :  
 $\partial(F_i/F_j) / \partial x_k = 0$ , pour tout  $i, j \in N_s$  et  $k \notin N_s$ ,  $s = 1, \dots, r$  où  $F_i = \partial F_i(x) / \partial x_i$ .

FIGURE 1  
MÉTHODE POUR INTRODUIRE DES SUBSTITUTIONS  
DANS UN MODÈLE DE PRIX DE TYPE INTERSECTORIEL





qualifient ces élasticités biaisées de brutes ( $\epsilon_{ij}^*$ ). Ils ont suggéré de les corriger en élasticités nettes ( $\epsilon_{ij}$ ). Dans le cas d'une catégorie énergétique par exemple, la correction serait donnée par la relation (2.1).

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}^* + M_j \epsilon_{EE} \quad \text{où } i, j \in E \quad (2.1)$$

Le terme  $M_j \epsilon_{EE}$  est appelé « élasticité d'expansion ». Il est le produit de l'élasticité-prix directe de l'énergie ( $\epsilon_{EE}$ ) et de la part de la catégorie énergétique  $j(M_j)$  dans l'ensemble faiblement séparable  $E$ . Le terme  $M_j \epsilon_{EE}$  traduit le changement dans la quantité d'énergie non différenciée en changement dans la quantité de la catégorie  $j$ . Marchon et Van Peeterssen appliquent cette correction sur toutes les élasticités-prix calculées sous l'hypothèse de séparabilité faible.

Il convient de souligner que, pour un groupe faiblement séparable, ce sont les  $\epsilon_{ij}^*$  qui se somment à zéro et non les  $\epsilon_{ij}$ . Conséquemment, si l'utilisateur désire calculer des coefficients modificateurs ( $u$ ) uniquement pour les catégories reliées au groupe faiblement séparable, il fera appel aux  $\epsilon_{ij}^*$ . Ainsi, les changements introduits dans la structure de dépense des industries, par l'intermédiaire des  $u$ , seront conformes à la théorie économique. Par ailleurs, si l'utilisateur désire calculer des  $u$  pour d'autres catégories, en plus de celles du groupe faiblement séparable, il devra alors se servir des  $\epsilon_{ij}$ . En outre, il devra s'assurer que ces  $\epsilon_{ij}$  se somment à zéro pour la raison évoquée antérieurement. Dans la présente étude, nous employons les deux types d'élasticités-prix à partir desquelles nous élaborons deux scénarios de substitutions.

## 2.2 Les scénarios de substitutions

Le premier scénario considère seulement les substitutions énergétiques. Ainsi, les coefficients modificateurs ( $u$ ) des facteurs énergétiques sont calculés à l'aide des  $\epsilon_{ij}^*$ .

Le scénario 2 englobe les substitutions entre les catégories énergétiques et le facteur travail. Cette fois-ci, les  $u$  sont calculés avec les  $\epsilon_{ij}$ . Comme Marchon et Van Peeterssen n'ont pas estimé d'élasticité-prix croisée pour le travail et les prix des catégories énergétiques ( $\epsilon_{Li}$  pour  $i = C, F, G, H$ ), nous avons supposé que cette dernière était égale à l'élasticité-prix croisée du travail et de l'énergie ( $\epsilon_{LE}$ ) pondérée par la part de la catégorie énergétique  $i$  ( $\lambda_i$ ), à l'intérieur du groupe énergie.

$$\epsilon_{Li} = \lambda_i \epsilon_{LE} \quad \text{où } \sum_i \lambda_i = 1, \text{ pour } i = C, F, G, H \quad (2.2)$$

Pour l'élasticité-prix croisée des catégories énergétiques et des autres catégories, soit  $K, L, M$ , nous avons supposé qu'elle était respectivement égale à l'élasticité-prix croisée de l'énergie et des autres catégories en question, i.e.

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_{Ej} \quad \text{pour } i = C, F, G, H \text{ et } j = K, L, M \quad (2.3)$$

Les relations (2.2) et (2.3) nous assurent que  $\sum_j \epsilon_{ij} = 0$  pour  $i = C, F, G, H, L$  et  $j = C, F, G, H, K, L, E, M$ . C'est donc dire que les  $u$  du scénario 2 induisent des changements dans la structure de dépenses des industries, au niveau des catégories énergétiques et du travail, qui sont conformes à la théorie économique.

Le lecteur aura sans doute remarqué que, dans le scénario 2, nous n'estimons pas de  $u$  pour les catégories capital ( $K$ ) et matériel ( $M$ ). Pour le capital, la raison est qu'il n'en existe pas comme tel dans un modèle intersectoriel statique. En ce qui a trait au matériel, cette catégorie comprend 86 intrants<sup>9</sup>, ce qui rend pratiquement impossible son utilisation dans le cadre de la présente étude.

Il convient de souligner que la négligence des substitutions propres au capital et au matériel, c'est-à-dire l'omission des  $u_K$  et  $u_M$ , entraîne un biais dans les prix calculés par le modèle. Par exemple, en négligeant ces deux derniers mouvements de substitution, le modèle de prix surestime l'indice de prix de vente d'une industrie qui, suite à une hausse des prix des intrants, achète plus d'énergie (i.e. de catégories énergétiques) et de travail et moins de capital et de matériel. On peut même alors obtenir comme résultat qu'il en coûte plus cher à l'industrie de produire suite aux substitutions induites par l'utilisateur. Cela n'est pas conforme à la théorie économique. Comme nous n'avons pas corrigé ce genre de biais, il faudra analyser avec prudence les résultats du scénario 2.

De façon générale, les élasticités-prix que nous avons utilisées sont faibles. Cela signifie que la majorité des producteurs, en tant que demandeurs d'intrants, adoptent un comportement plutôt passif face à une hausse des prix des intrants énergétiques et du travail. En conséquence, on peut déjà anticiper que les résultats du modèle seront peu affectés par la prise en compte des substitutions.

On pourrait discuter de la pertinence d'élasticités trouvées dans une étude comme celle de Marchon et Van Peeterssen. Nous croyons néanmoins qu'il vaut mieux utiliser des élasticités-prix discutables plutôt que de postuler, comme le fait le modèle de prix, que les élasticités-prix sont nulles. En outre, rien ne nous empêche de modifier ces élasticités, si nous le jugeons souhaitable. C'est d'ailleurs ce que nous ferons un peu plus loin dans le texte lorsque nous calculerons des élasticités-prix de long terme.

### 2.3 Les prix

Pour être en mesure d'estimer les coefficients modificateurs des scénarios 1 et 2, il nous faut des prix. Ceux des catégories  $C, F, G, H$  et  $L$  sont directement fournis par le modèle de prix. Ils ne posent donc aucun

9. Cf. Marchon et Van Peeterssen (1981, pp. 17-19).

problème. Il en est autrement des prix du matériel, du capital et de l'énergie. En dépit du fait que nous ne calculons pas les  $u_k$ ,  $u_M$  et  $u_E$ , nous devons connaître leurs prix, car ils nous permettent d'utiliser les élasticités-prix croisées qui servent à évaluer les  $u$  du scénario 2.

Comme le but de notre étude est de tester l'application d'une méthode, il n'est donc pas impératif d'avoir en main la meilleure estimation de ces prix. L'idée est plutôt de dénicher des indices de prix raisonnables qui vont nous permettre d'atteindre notre but.

En guise de prix du matériel ( $P_M$ ) nous employons un indice de déflation de la demande finale pour l'achat de matériel et équipement qui est directement calculé par le modèle de prix. Cela implique que le  $P_M$  est le même pour toutes les industries.

De façon similaire, on se sert d'un prix du capital ( $P_K$ ) commun à toutes les industries. Le  $P_K$  nous a été fourni par la Banque du Canada. Cette dernière utilise comme  $P_K$  celui suggéré par Helliwell, Sparks et Frish (1973). Ce  $P_K$  est connu dans la littérature sous le nom de RHOR. Il représente le coût réel du capital pour l'ensemble de l'économie canadienne.

Enfin, en ce qui a trait au prix de l'énergie ( $P_E$ ), nous en avons construit un pour chaque industrie  $j$  à partir des prix des intrants énergétiques ( $P_i$ ). Il s'agit d'un indice de prix de Laspeyres ayant comme pondération les coefficients d'achats des catégories énergétiques ( $b_{ij}$ ) que l'on retrouve dans les matrices d'entrées du modèle de prix, soit :

$$P_{Ej} = \frac{\sum_i b_{ij} p_i}{\sum_i b_{ij}} \quad (2.4)$$

#### 2.4 Les coefficients modificateurs

Les tableaux 2.1 et 2.2 présentent les coefficients modificateurs des scénarios 1 et 2. Sauf pour ceux qui sont marqués d'un astérisque, les coefficients modificateurs de ces tableaux représentent les changements relatifs opérés par les industries manufacturières dans leur structure de dépenses, en facteurs énergétiques et travail. Les coefficients modificateurs marqués d'un astérisque désignent un changement absolu.

Parmi les industries manufacturières, la plupart (soit 80 % dans le scénario 1 et 75 % dans le scénario 2) réduisent leur dépense en essence et mazout. Il en est de même pour leur dépense en gaz naturel mais dans une proportion moins forte (58 % ; 55 %). On observe également qu'une grande majorité de ces industries (85 % ; 90 %) augmentent leur dépense en électricité. En ce qui a trait au changement induit de la dépense en charbon, les résultats sont plus mitigés. Pour les deux scénarios de substi-

tutions, cette dépense augmente, diminue et ne change pas pour environ 50 %, 20 % et 30 % des industries respectivement.

TABLEAU 2.1  
SCÉNARIO 1  
COEFFICIENTS MODIFICATEURS DES FACTEURS ÉNERGÉTIQUES

Code Industrie	Gaz naturel	Essence & mazout	Électricité	Charbon
08 Aliments & boisson	1,0809	0,6978	1,2918	0,290600
09 Tabac	1,7381	0,6480	1,0939	1,000000
10 Caoutchouc & produits de matière plastique	0,0000	1,0840	1,0954	0,003294*
11 Cuir	0,0067	0,0129	1,2321	1,000000
12 Textile	0,6478	1,1021	1,0297	0,666500
13 Bonneterie	0,2898	1,2777	0,9890	1,000000
14 Vêtement	2,0040	0,3998	1,0286	0,000449*
15 Bois	2,6125	0,5464	1,0452	1,000000
16 Meuble et articles d'ameublement	0,8248	0,8449	1,0195	0,000700*
17 Papier & activités annexes	0,0000	0,1001	1,1360	4,048700
18 Imprimerie, édition & activités annexes	1,5792	0,3061	1,0868	0,000407*
19 Première transformation des métaux	1,3012	0,9315	0,9647	0,988600
20 Fabrication des produits métalliques	1,1861	0,6111	1,0750	0,485300
21 Fabrication de machines	1,1429	0,7374	1,1364	1,000000
22 Fabrication de matériel de transport	0,7344	0,5301	1,0294	1,871600
23 Fabrication des produits électriques	1,1480	0,6001	1,0808	0,699000
24 Fabrication des produits non métalliques	0,4520	0,7138	1,1223	2,232600
25 Fabrication des produits du pétrole & du charbon	0,7381	2,6765	0,9837	1,122000
26 Chimique	0,5104	0,9207	1,0387	2,108800
27 Industries manufacturières diverses	1,0375	0,3618	1,0984	0,001461*

\* Désigne un changement absolu de la dépense.

À la lumière des changements induits au niveau de la dépense en salaire (tableau 2.2), il ressort clairement que les hausses de prix affectent peu, à court terme, le niveau des dépenses des industries manufacturières sur cet intrant primaire.

TABLEAU 2.2

SCÉNARIO 2

COEFFICIENTS MODIFICATEURS DES FACTEURS ÉNERGÉTIQUES ET DU TRAVAIL

Code Industrie	Gaz naturel	Esence & mazout	Électricité	Charbon	Travail
08 Aliments & boisson	1,0809	0,6978	1,2918	1,291800	1,0000
09 Tabac	1,9512	0,8610	1,3069	1,000000	0,9785
10 Caoutchouc & produits de matière plastique	0,0443	1,1350	1,1463	0,009250*	0,9668
11 Cuir	0,1718	0,1780	1,3972	0,002191*	0,9985
12 Textile	0,6993	1,1538	1,0812	1,000000	0,9752
13 Bonneterie	0,3690	1,3570	1,0682	1,000000	0,9815
14 Vêtement	2,1954	0,5911	1,2199	1,000000	1,0121
15 Bois	2,6347	0,5687	1,0674	1,000000	0,9786
16 Meuble et articles d'ameublement	0,9583	0,9785	1,1530	1,000000	1,0082
17 Papier & activités annexes	0,0000	0,2622	1,2981	4,210900	0,9742
18 Imprimerie, édition & activités annexes	1,5792	0,3061	1,0868	0,000407*	1,0000
19 Première transformation des métaux	1,4174	1,0477	1,0809	1,104800	0,9743
20 Fabrication des produits métalliques	1,4321	0,8572	1,3210	0,731300	0,9863
21 Fabrication de machines	0,7469	0,3415	0,7406	1,000000	0,9949
22 Fabrication de matériel de transport	0,8796	0,6752	1,1747	2,016900	1,0423
23 Fabrication des produits électriques	1,2031	0,6554	1,1360	0,754200	0,9810
24 Fabrication des produits non métalliques	0,4869	0,7487	1,1572	2,267500	0,9598
25 Fabrication des produits du pétrole & du charbon	0,8296	2,7680	1,0752	1,213500	0,9476
26 Chimique	0,4567	0,8671	0,9851	2,055100	0,8880
27 Industries manufacturières diverses	1,2624	0,5867	1,3233	0,005179*	0,9797

\* Désigne un changement absolu de la dépense.

### 3. LES RÉSULTATS

Nous avons effectué trois simulations avec le modèle de prix. Dans la première, nous avons négligé les substitutions. Dans la deuxième, les substitutions ont été introduites au niveau des catégories énergétiques en utilisant leurs élasticités-prix brutes de court terme. Enfin, la troisième simulation tient compte des substitutions entre les catégories énergi-

ques et le facteur travail. Ces substitutions sont induites en faisant appel aux élasticités-prix nettes de court terme de ces catégories, plus celles des catégories capital et matériel. Ces deux dernières simulations réfèrent respectivement aux scénarios de substitutions 1 et 2. Le tableau 3.1 regroupe les résultats obtenus, en terme des indices de prix de vente des industries manufacturières.

TABLEAU 3.1  
INDICES DES PRIX DE VENTE DES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES CANADIENNES

Code industrie	IPVM <sup>1</sup>	IPVME <sup>2</sup>	IPVMEL <sup>3</sup>
08 Aliments & boisson	1,2092	1,2028	1,1882
09 Tabac	1,1725	1,1651	1,1498
10 Caoutchouc & produits de matière plastique	1,2790	1,2780	1,2772
11 Cuir	1,2322	1,2274	1,2257
12 Textile	1,2495	1,2489	1,2496
13 Bonneterie	1,1713	1,1712	1,1726
14 Vêtement	1,2035	1,2018	1,2017
15 Bois	1,2342	1,2277	1,2201
16 Meuble et articles d'ameublement	1,2219	1,2193	1,2186
17 Papier & articles annexes	1,2755	1,2401	1,2431
18 Imprimerie, édition & articles annexes	1,1274	1,1165	1,1166
19 Première transformation des métaux	1,3325	1,3307	1,3255
20 Fabrication des produits métalliques	1,2836	1,2803	1,2800
21 Fabrication de machines	1,2547	1,2532	1,2516
22 Fabrication de matériel de transport	1,2450	1,2434	1,2424
23 Fabrication des produits électriques	1,2752	1,2735	1,2727
24 Fabrication des produits non métalliques	1,2676	1,2545	1,2561
25 Fabrication des produits du pétrole & du charbon	2,1738	2,1746	2,1761
26 Chimique	1,3379	1,3366	1,3393
27 Industries manufacturières diverses	1,1767	1,1733	1,1733

1. IPVM : IPV calculés par le modèle de prix sans substitution.
2. IPVME : IPV calculés par le modèle de prix avec substitutions entre les catégories énergétiques.
3. IPVMEL : IPV calculés par le modèle de prix avec substitutions entre les catégories énergétiques et le travail.

C'est l'industrie de fabrication des produits du pétrole et du charbon qui affiche le plus grand IPVM. L'explication réside dans le fait que cette industrie utilise près de 90 % de pétrole brut dans son processus de production et que nous avons spécifié une augmentation du prix du pétrole brut supérieure à 250 %. Ce facteur à lui seul contribue à faire plus que doubler les coûts de production de l'industrie.

Les deux dernières colonnes du tableau 4.1 démontrent que les IPV provenant des deux scénarios de substitutions sont quasiment égaux. Deux raisons peuvent expliquer cette observation. Premièrement, il y a peu de différence entre les élasticités-prix brutes et nettes des catégories énergétiques. Par conséquent, les  $u$  des deux scénarios de substitutions induisent sensiblement les mêmes changements au niveau des intrants énergétiques de la structure de coûts des industries. En second lieu, on note que les coefficients modificateurs du facteur travail dans le scénario 2 sont pour la plupart très près de l'unité. Cela implique que, malgré une hausse des salaires, les producteurs continuent d'utiliser la même quantité de travail. Cela nous ramène, somme toute, à la situation décrite par le scénario 1.

Conformément à la théorie économique, 19 industries manufacturières diminuent leurs coûts de production en opérant des substitutions énergétiques. Seule l'industrie de fabrication des produits du pétrole et du charbon ne respecte pas la règle. Il est fort probable que cela soit attribuable au fait que les élasticités-prix ex post ne soient pas suffisamment près des élasticités spécifiées. Mais comme l'écart entre l'IPVM et l'IPVME n'est que de 0,0008, nous n'avons pas jugé utile de refaire une autre itération.

Cependant, telle qu'anticipée à la section précédente, la différence entre les IPV calculés avec et sans substitutions est minime. La raison est que les élasticités-prix de court terme, servant au calcul des coefficients modificateurs, sont généralement faibles. En admettant que ces élasticités-prix soient raisonnables, il ressort qu'à court terme les substitutions entre les différentes formes d'énergie n'atténuent pas sensiblement les effets de l'inflation par les coûts attribuables à une hausse substantielle du prix du pétrole brut.

Pour tenter de déterminer si les substitutions énergétiques peuvent s'avérer un moyen pour réduire l'inflation par les coûts, nous avons refait les calculs après avoir multiplié les élasticités par trois. La justification est que les élasticités-prix de long terme sont souvent trois fois plus grandes que celles de court terme. On se trouve, ainsi, à simuler les phénomènes de substitution de long terme. Avec de telles élasticités, les IPV diminuent par rapport aux élasticités de départ mais de très peu. Nous sommes donc amenés à maintenir notre conclusion quant à l'effet des substitutions énergétiques sur les hausses de prix.

#### CONCLUSION

En dépit du fait que les IPV diminuent très peu lorsqu'on tient compte des substitutions, la présente étude confirme le caractère opérationnel de la méthode proposée par Truchon. Cela constitue donc une amélioration

sensible de l'outil d'analyse économique qu'est un modèle de prix de type intersectoriel. En terminant, notons que les coefficients modifiés du modèle de prix peuvent également être utilisés dans le modèle primal i.e. dans le modèle de propagation de la demande<sup>10</sup>.

### BIBLIOGRAPHIE

- Banque du Canada, « Rapport annuel du Gouverneur au Ministre des Finances et relevés des comptes pour l'année 1980 », Ottawa, mars 1981.
- BERNDT, E.R. et WOOD, D.O., « Engineering and Econometric Interpretation of Energy-Capital Complementarity », *American Economic Review*, juin 1979, vol. 69, n° 3, pp. 342-354.
- DUPONT, P., « Substitutions énergie-travail dans le modèle de prix de Statistique Canada », Thèse de maîtrise, Université Laval, Québec, 1984, 46 p.
- HELLIWELL, J., SPARKS, G. et FRISH, J., « The Supply Price of Capital in Macroeconomic Models », *Econometrics Studies of Macro and Monetary Relations*, Ed. A. Powell et R.W. Williams, Amsterdam, North-Holland Co., 1973, pp. 261-283.
- MARCHON, N.M. et VAN PEETERSSEN, A., « Impact de la substituabilité entre facteurs causé par le changement du prix relatif de l'énergie », HEC, rapport de recherche n° 81-22, Montréal, octobre 1981, 70 p.
- Ministère des Finances, Canada « Revue Économique », avril 1981, Ottawa, 105 p.
- ROSE, D.E. et STAR, S., « Homotheticity and Relationship Between Plant Output and Factor Prices Under Perfect Competition », *Canadian Journal of Economics*, vol. XI, n° 1, 1978, pp. 92-97.
- Statistique Canada, « Guide d'utilisation des modèles économiques et structuraux », Division de l'analyse structurelle, Ottawa, Canada, novembre 1974 (révision septembre 1981).
- TRUCHON, M., « Using Exogenous Elasticities to Induce Factor Substitution Input-Output Price Models », *The Review of Economics and Statistics*, vol. LXVI, n° 2, mai 1984, pp. 329-334.

---

10. Cf. Truchon (1984, p. 334).