

La méthodologie des modèles intersectoriels rectangulaires à coefficients modifiables : rétrospective et perspective

The methodology of rectangular input-output models with modifiable coefficients: a retrospect and perspectives

T. Matuszewski

Volume 51, Number 1, janvier–mars 1975

Quelques extensions des modèles intersectoriels rectangulaires à coefficients modifiables

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/800603ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/800603ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (print)

1710-3991 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Matuszewski, T. (1975). La méthodologie des modèles intersectoriels rectangulaires à coefficients modifiables : rétrospective et perspective. *L'Actualité économique*, 51(1), 7–12. <https://doi.org/10.7202/800603ar>

Article abstract

The best known and probably the most frequently used of the models of this class is undoubtedly the Input-Output model of the Québec economy built, continuously updated and operated by the Bureau de la Statistique du Québec. However, the methodology, adapted and sometimes extended has found a number of other, in particular micro-economic applications.

Evidently, the basic inspiration of the methodology in question is to be found in the ideas put forward by Professor Leontief. Certain researches done in France, especially in the late 1950's, but also since then, have exerted considerable influence.

Although these models trace their origins to activity analysis in the sense that they start from the principle that to understand a complex system it is preferable to study in detail its inner structures and workings rather than the evolution over time of the great aggregates characterising the overall behaviour.

By abandoning the postulates of proportionality and of one-to-one correspondence between "products" and "industries", the models discussed here openly give up any pretence to mathematical elegance including the existence of "general solutions" of the kind of those associated with the Leontief inverses. They just become in effect simulation models and at the same time much more convenient and flexible frameworks for the collection, organization and the handling of data, data which are much closer to basic data than the highly processed data incorporated in the traditional Input-Output models. They are also much more easier to update and to incorporate "non-statistical" data.

Although more powerful, in many respects, than the traditional models, they share with them at least two basic weaknesses which, significantly, are not unrelated to each other. They are incapable of handling in a really comprehensive and systematic manner the confrontation of supply and of demand influences and they give no more than a most cursory treatment to the whole range of financial phenomena and a fortiori to the influence of these phenomena on the "real" ones. It is clear that the future work on this class of models will have to put heavy emphasis on trying to reduce these two weaknesses.

La méthodologie des modèles intersectoriels rectangulaires à coefficients modifiables : rétrospective et perspective

1. *Les antécédents*

La plus fondamentale des idées qui ont présidé à la formulation des modèles intersectoriels à coefficients modifiables a été sans aucun doute la philosophie de base des modèles Leontief, et en fait de toute l'analyse d'activités, le mieux peut-être exprimée par Leontief lui-même¹ qui veut que pour comprendre le fonctionnement des systèmes économiques complexes, il vaut mieux analyser en détail leurs structures internes plutôt que d'étudier l'évolution passée des principaux agrégats qui les caractérisent, surtout si on vise des prévisions conditionnelles face aux changements brusques dans les structures de ces systèmes ou encore dans les influences exogènes qui les affectent. Cette dernière caractéristique de l'approche préconisée la rend peut-être particulièrement utile à l'époque actuelle.

On peut trouver les influences plus immédiates sur la formulation des modèles intersectoriels rectangulaires à coefficients modifiables surtout dans les travaux de E. Malinvaud² et de A. Nataf³. Le premier, en mettant l'agrégation parmi les grands responsables de l'instabilité apparente des coefficients des modèles intersectoriels, a déclenché l'idée de séparer la description des structures des marchés de la description des structures de la technologie, d'où la distinction entre les matrices de répartition, d'une part, et les matrices des coefficients d'input, de l'autre. On réussit ainsi à formaliser comme telles certaines relations commerciales et institutionnelles et non seulement les relations dites techniques de production.

Une fois abandonnée la correspondance biunivoque entre les « produits » et les « industries », la voie a été ouverte vers l'admission de

1. Leontief, W.W., (et autres), *Studies in the Structure of the American Economy*, Oxford University Press, New York, 1953.

2. Malinvaud, E., « Aggregation Problems in Input-Output Models », dans T. Barna (éd.) *The Structural Interdependence of the Economy*, Wiley, New York, 1956.

3. Nataf, A., *Systèmes économiques de production à rendement croissant*, Publications de l'Institut de Statistique de l'Université de Paris, vol. IX, fascicule 2, 1960.

l'existence des productions multiples, d'une part, et de l'existence de diverses sources d'approvisionnement, de l'autre. Au prix d'une perte minime, en somme, de l'efficacité dans l'agencement des calculs, l'abandon de la biunivocité en question a permis de cerner la réalité de plus près, d'améliorer le cadre pour l'intégration des données et de rendre possible la transférabilité des connaissances dans l'espace aussi bien que dans le temps.

D'autre part, A. Nataf a montré que si on travaille avec des modèles de prévision ou de simulation et non pas d'optimisation, la prise en compte de rendements croissants à l'échelle ne pose pas de problèmes de l'envergure de ceux qui ont, quelques années plus tard, suscité l'emploi massif de la programmation en nombres entiers.

2. *Orientations différentes de l'analyse d'activités*

Bien que partageant un fond commun, les différentes techniques de l'analyse d'activités semblent offrir trois options fort différentes, chacune d'ailleurs d'une valeur indéniable. En premier lieu on peut poursuivre des études des modèles de croissance, dont la portée pratique est très indirecte et se résume en une meilleure compréhension générale de l'évolution des systèmes économiques relativement complexes. En second lieu, là où cela paraît légitime, on peut opter pour des formulations simplifiées permettant l'emploi de procédures rigoureuses d'optimisation, soit pour obtenir des résultats chiffrés directement utilisables, soit simplement pour mieux saisir l'essentiel des problèmes dont la vraie complexité dépasse celle de la formalisation adoptée. Finalement, on peut choisir la voie la plus humble pour ainsi dire, sacrifier l'élégance de la formulation mathématique, renoncer à des solutions rigoureusement optimales, et en somme se servir des modèles qui se veulent encore ceux de l'analyse d'activités, principalement comme cadres pour la collecte et pour l'intégration de l'information et comme instruments de simulation. Les modèles rectangulaires à coefficients modifiables suivent carrément cette troisième voie. Et une des conséquences non négligeable du choix de cette troisième option est que ces modèles se révèlent le plus utiles quand on s'en sert conjointement avec d'autres instruments d'analyse.

3. *La souplesse des formulations adoptées*

L'approche qui renonce dès le début à toute prétention à l'élégance mathématique et à l'existence de solutions rigoureusement optimales mène tout naturellement, et en quelque sorte comme compensation, à plusieurs raffinements dont la portée pratique peut s'avérer considérable et qui peuvent même parfois offrir un certain intérêt théorique.

En premier lieu, la libération de la camisole de force de la correspondance biunivoque entre les « activités » ou les « secteurs », d'une part, et les « produits », de l'autre, et l'introduction de deux espaces distincts, l'espace des biens et l'espace des activités, suggère la possibilité d'introduire encore d'autres espaces tels que, par exemple, l'espace des entreprises en plus de l'espace des activités, ce dernier étant de fait, dans les modèles intersectoriels, l'espace des établissements. Les différents espaces seraient évidemment reliés par des transformations souples faisant intervenir des matrices rectangulaires à coefficients modifiables. A titre d'exemple on peut faire remarquer que le modèle de matériaux de construction ⁴ fait intervenir quatre espaces.

En second lieu, le fait que les calculs se font de manière itérative rend possibles des « retours en arrière » tels que l'emploi des résultats obtenus à un stade antérieur pour modifier les coefficients du modèle en cours des calculs ultérieurs : il s'agit essentiellement de l'emploi de fonctions matricielles du type $X = R(X) * Y$ où $R(X)$ est évidemment fonction de X . On trouve ce genre de dispositifs aussi bien dans le modèle intersectoriel du Québec, qui représente sans aucun doute l'application la mieux connue, sinon la plus importante, de la méthodologie dont traite la présente note, où ils servent, entre autres, pour tenir compte de restrictions de capacité, que dans le modèle de matériaux de construction, où ils servent pour tenir compte des « incompatibilités techniques » entre certains matériaux et certains types de structures, ou encore dans le modèle de simulation et de prévision de l'aide sociale, le modèle PASSIM ⁵, où l'articulation temporelle du modèle fait que les recours aux résultats antérieurs dans la séquence de calculs veulent dire aussi les retours en arrière dans le temps : dans un certain sens le modèle devient ainsi muni d'une mémoire.

Dans un autre ordre d'idées, la possibilité de modifier les coefficients de modèles au cours de calculs permet la mise en place de modèles décrivant l'évolution temporelle de certains groupes de phénomènes avec une formalisation très détaillée à l'aide de matrices de transition qui subiraient elles-mêmes des changements dans le temps non seulement en fonction des résultats des calculs antérieurs, la possibilité évoquée déjà dans le paragraphe précédent, mais aussi en fonction des facteurs exogènes, comme c'est déjà le cas dans le modèle PASSIM mentionné plus haut.

4. Bergeron, I. et Matuszewski, T., *L'emploi de modèles intersectoriels rectangulaires à coefficients modifiables pour simuler la propagation de la demande pour les fins de la planification du développement industriel*, 1975 (dans le présent numéro de cette revue).

5. Laboratoire d'économétrie de l'Université Laval et Sorès Inc., Montréal, *Modèle de prévision et de simulation de l'aide sociale — Projet AP-3, Rapport n° 1*, mai 1971 (circulation restreinte).

4. *Tentatives de tenir compte des phénomènes de l'offre*

Les modèles dont il est question ici, comme tous les modèles intersectoriels d'ailleurs, se concentrent presque entièrement sur la propagation de la demande, sans s'occuper de la question des choix délibérés des agents économiques. Ils assignent un rôle essentiellement passif à l'offre de sorte que toute confrontation entre l'offre et la demande au sein de ces modèles est pratiquement dépourvue d'intérêt, la demande « gagnant » à coup sûr.

A part quelques demi-mesures qui contournent le problème plutôt que de le résoudre et dont il sera question plus loin, le seul moyen de pallier cette faiblesse fondamentale et presque impardonnable dans un monde où la pénurie devient de plus en plus fréquente et où les divers phénomènes qui se manifestent du côté de l'offre, tels que les productions conjointes, les économies et les déséconomies externes et autres, est d'avoir recours à des simulations répétées faisant intervenir en plus du modèle lui-même, les considérations provenant d'en dehors de la structure formelle du modèle ainsi que le jugement subjectif.

On peut cependant avoir recours à certaines demi-mesures pour formaliser la prise en compte des phénomènes de l'offre. Bien entendu, elles contournent le problème fondamental plutôt qu'elles ne le résolvent. Il a déjà été question ici d'une telle tentative de prendre en compte certains phénomènes de l'offre tels que les restrictions de capacité. On peut mentionner deux autres explorations dans cette direction qui ont été entreprises. En premier lieu, on a décidé de traiter les sous-produits qui sont associés à des productions conjointes, c'est-à-dire aux situations où la composition de la production est fixe, par contraste à des productions multiples où cette composition est variable en fonction de la demande, comme des inputs négatifs. Après tout, la présence des sous-produits est un phénomène de l'offre et non pas de la demande et la place de cette présence dans la structure formelle du modèle est dans les matrices de technologie et non pas dans les matrices de répartition qui décrivent les structures des marchés. On notera cependant que la présence d'éléments négatifs dans les matrices d'input signifie que l'on ne peut plus garantir qu'à tout vecteur non négatif de la demande finale correspondra un vecteur non négatif de la production totale. Selon les idées reçues, ce péché devrait être considéré comme mortel. Et pourtant, il n'est point nécessaire de se soucier de tous les vecteurs imaginables de la demande finale. Il n'y a qu'un sous-ensemble de ces vecteurs qui nous intéresse. Il suffit que pour les vecteurs de ce sous-ensemble les solutions soient non négatives. Ceci dit, il faut admettre qu'il reste encore à délimiter le sous-ensemble en question.

On peut aller encore plus loin dans la tolérance que l'on accorde à l'existence de solutions contenant des éléments négatifs. Etant donné

que l'on travaille avec des modèles de simulation, l'apparition occasionnelle de quelques éléments négatifs dans les solutions n'est pas nécessairement fatale. Malgré tout, ces solutions ne sont que conditionnelles, elles ne représentent pas plus que des étapes successives d'un tâtonnement. En faisant intervenir le jugement qualitatif et en modifiant les données du problème étudié, soit dans les structures internes du modèle soit dans les influences exogènes, on peut ou bien faire en sorte que les solutions deviennent non négatives ou bien trouver des interprétations économiques valables de la présence des éléments négatifs.

Une autre des demi-mesures destinées à contourner le problème de la formalisation des phénomènes de l'offre au sein d'un modèle qui sert essentiellement à tracer la propagation de la demande, fait intervenir le concept de « signal ». Cependant, ce concept n'a pas encore donné lieu à la mise en place de dispositifs opérationnels et il a paru préférable de n'en parler que dans la section suivante.

5. *Quelques directions des développements futurs*

Quant aux développements futurs, l'effort principal devrait sans aucun doute être dirigé contre la faiblesse fondamentale des modèles dont il s'agit ici, et qu'ils partagent d'ailleurs avec tous les autres modèles intersectoriels, à savoir le fait qu'ils ne sont pas capables de formaliser la confrontation entre l'offre et la demande. Mais, traiter de ce sujet extrêmement difficile et fort mal connu dépasserait manifestement le cadre de la présente note.

Une autre direction potentiellement fructueuse des travaux à envisager concerne deux problèmes en apparence peut-être assez éloignés l'un de l'autre mais fondamentalement étroitement liés. C'est, d'une part, le problème d'estimation des modifications des coefficients de ces modèles en fonction des quantités produites ou encore des quantités mises sur les marchés, et, d'autre part, la question de pouvoir tracer l'évolution de ces coefficients dans le temps et donc inévitablement, dans une large mesure, sous l'influence des changements dans les prix. C'est évidemment un problème d'identification et on voit mal comment il pourrait être résolu sans avoir recours à l'information a priori et en se fiant uniquement aux séries chronologiques. Il faudrait se tourner ainsi, dans une large mesure, encore une fois vers la philosophie fondamentale de l'analyse d'activités mais cette fois-ci en faire l'usage conjointement avec les observations des trajectoires dans le temps des phénomènes sous-jacents. Certaines explorations de ces problèmes ont été entreprises par rapport aux modèles récursifs par bloc et donc dans un certain sens dynamiques. Dans ces travaux le raisonnement porte sur les flux eux-mêmes et non pas sur les coefficients. Il n'y a pas

lieu d'entrer ici dans les détails de ces travaux, très préliminaires d'ailleurs. Il suffirait peut-être de dire que l'on y distingue trois types de flux : ceux qui, pour un horizon donné, demeurent fixes quelles que soient les quantités produites et mises sur le marché, ceux dont les volumes varient avec ces quantités et finalement les flux dont les volumes varient avec les valeurs courantes de ces quantités. Ces trois catégories de flux ne constituent pas une partition de l'ensemble des flux de sorte que chacun d'eux peut participer, dans des proportions diverses, aux caractéristiques de ces trois catégories ce qui permet une grande souplesse dans la formulation et ce qui permettra peut-être aussi de voir plus clair dans les problèmes d'estimation évoqués plus haut.

Un autre travail exploratoire entrepris il y a quelque temps vise le traitement de certaines économies et déséconomies externes surtout par rapport aux entreprises qui sont actives simultanément dans plusieurs secteurs différents⁶. Ce travail fait appel à la notion de « signaux » qui sont des flux d'information qui circulent dans le modèle et qui déclenchent des modifications des coefficients selon ce qui se passe au cours des calculs, ailleurs dans le modèle. Formellement, les « signaux » sont identiques à des flux du pouvoir d'achat d'extrêmement faible intensité préservant ainsi l'uniformité de la structure mathématique du modèle et simplifiant la programmation : l'analogie biologique avec les flux nerveux, d'une part, et les contractions des muscles, d'autre part, est évidente.

T. MATUSZEWSKI,
Université Laval

6. Matuszewski, T., « Partly Disaggregated Rectangular Input-Output Models and their Use for the Purposes of a Large Corporation », dans *Input-Output Techniques*, A. Bródy et A.P. Carter (éd.), North-Holland Publishing Co., 1972, pp. 301-318.