

Sur la signification théorique du modèle d'offre multisectoriel

André Torre

Torre André. Sur la signification théorique du modèle d'offre multisectoriel. In: Revue économique. Volume 44, n°5, 1993. pp. 951-970.

[Voir l'article en ligne](#)

Sur la signification théorique du modèle d'offre multisectoriel

Ce texte s'interroge sur la validité théorique et les possibilités d'utilisation du Modèle d'Offre Multisectoriel, parfois également appelé « modèle miroir » du tableau de Leontief. Ce modèle, qui repose sur des impulsions se déplaçant dans le sens du processus de transformation et respecte la causalité d'une production qui prend du temps des ressources primaires aux produits finals, fait l'objet d'un nombre croissant d'utilisations, souvent de nature appliquée. La première partie de l'article présente le modèle et ses différentes utilisations, alors que la deuxième montre les limites théoriques de cette modélisation. La dernière partie est consacrée à la présentation de trois reformulations, qui posent la question de la pertinence de ce modèle, tout en ménageant la possibilité d'utilisations empiriques relevant du domaine de la statique comparative.

Avertissement

L'éditeur du site « PERSEE » – le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation – détient la propriété intellectuelle et les droits d'exploitation. A ce titre il est titulaire des droits d'auteur et du droit sui generis du producteur de bases de données sur ce site conformément à la loi n°98-536 du 1er juillet 1998 relative aux bases de données.

Les oeuvres reproduites sur le site « PERSEE » sont protégées par les dispositions générales du Code de la propriété intellectuelle.

Droits et devoirs des utilisateurs

Pour un usage strictement privé, la simple reproduction du contenu de ce site est libre.

Pour un usage scientifique ou pédagogique, à des fins de recherches, d'enseignement ou de communication excluant toute exploitation commerciale, la reproduction et la communication au public du contenu de ce site sont autorisées, sous réserve que celles-ci servent d'illustration, ne soient pas substantielles et ne soient pas expressément limitées (plans ou photographies). La mention Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation sur chaque reproduction tirée du site est obligatoire ainsi que le nom de la revue et- lorsqu'ils sont indiqués - le nom de l'auteur et la référence du document reproduit.

Toute autre reproduction ou communication au public, intégrale ou substantielle du contenu de ce site, par quelque procédé que ce soit, de l'éditeur original de l'oeuvre, de l'auteur et de ses ayants droit.

La reproduction et l'exploitation des photographies et des plans, y compris à des fins commerciales, doivent être autorisés par l'éditeur du site, Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation (voir <http://www.sup.adc.education.fr/bib/>). La source et les crédits devront toujours être mentionnés.

Sur la signification théorique du modèle d'offre multisectoriel

André Torre*

Ce texte s'interroge sur la validité théorique et les possibilités d'utilisation du Modèle d'Offre Multisectoriel, parfois également appelé « modèle miroir » du tableau de Leontief. Ce modèle, qui repose sur des impulsions se déplaçant dans le sens du processus de transformation et respecte la causalité d'une production qui prend du temps des ressources primaires aux produits finals, fait l'objet d'un nombre croissant d'utilisations, souvent de nature appliquée. La première partie de l'article présente le modèle et ses différentes utilisations, alors que la deuxième montre les limites théoriques de cette modélisation. La dernière partie est consacrée à la présentation de trois reformulations, qui posent la question de la pertinence de ce modèle, tout en ménageant la possibilité d'utilisations empiriques relevant du domaine de la statique comparative.

Les avancées les plus récentes de l'analyse multisectorielle ont conduit à la définition de modèles qui proposent une représentation des phénomènes dynamiques sur la base d'une formalisation héritée de l'approche input-output. Le modèle Leontief dynamique calculable, apparu au milieu des années quarante et fondé sur une relation d'accélération (Duchin et Szyld, [1985]), est ainsi actuellement utilisé pour étudier les évolutions dynamiques d'une économie réelle (Kalmbach et Kurz, [1990] ; ou Duchin et Lange, [1992]), du moins quand existe une matrice de capital fixe correspondant aux spécifications de cette approche. Cependant, alors que ce modèle se caractérise par des réponses de la structure de production aux impulsions provenant de la demande finale et repose sur des liaisons causales de type *backward looking*, c'est-à-dire se déplaçant dans le sens inverse du processus de production, un nombre croissant d'études fait maintenant référence à un formalisme de causalité opposée, appelé modèle d'offre ou modèle miroir. Cette tendance a pris naissance dans la littérature anglo-saxonne dès les années soixante-dix (Jones, [1976] ; Giarratani, [1976]), puis s'est intensifiée récemment (par exemple, Cronin, [1984] ; Bon, [1986] et [1989] ; Deman, [1988] ; Gruver, [1989] ; Cella, [1989] ; Dietzenbacher, [1989] ; Shao et Miller, [1990]), mais elle a également connu ses adeptes en France (Mougeot, Duru et Auray, [1977] ; Bellet, Lallich et Vincent, [1990]).

* Je désire remercier Philippe Bomel, Dominique Torre et deux rapporteurs anonymes, ainsi que les participants du colloque de l'ARAE, pour leurs remarques sur une première version de cet article. Leur responsabilité n'est évidemment pas engagée par les erreurs et inexactitudes pouvant subsister dans le texte définitif.

En effet, sans être dynamique au sens propre du terme, le modèle d'offre respecte la causalité d'un processus de production qui prend du temps, le terme de *forward looking* attribué à cette approche étant directement lié à la direction suivie, d'amont en aval, par les impulsions provenant des ressources initiales, qui respectent le sens du flux des échanges intermédiaires, des ressources primaires aux produits finals. Pour reprendre l'expression d'Augustinovic [1970], il répond à la question « Où vont les flux de production ? », alors que le modèle traditionnel de Leontief s'interroge plutôt sur leur origine.

Longtemps considéré comme une simple curiosité, le modèle d'offre multisectoriel suscite, depuis quelques années, l'intérêt des chercheurs. Alors que ses propriétés semblaient le destiner, dans un premier temps, à l'étude des phénomènes de rationnement et aux applications ainsi permises aux pays moins industrialisés ou à planification centralisée, on constate maintenant que son domaine d'application s'est déplacé vers l'analyse des relations de production au sein des économies capitalistes. Les études en termes de chocs et d'impacts permettent ainsi par exemple d'envisager les conséquences d'ensemble d'un changement technologique sectoriel ou encore de rendre compte de la variation d'un input de matières premières et de son influence sur les fluctuations de l'activité économique, quand il ne s'agit pas du repérage des filières de production représentatives d'un système national de production. Ces travaux appliqués reposent sur l'existence de caractéristiques communes aux modèles Leontief et d'offre, telles que l'analyse par industries et produits ou la multisectorialité, qui permettent l'utilisation de données déjà collectées à des fins nouvelles d'utilisation.

En dépit de ses nombreuses utilisations, des doutes sérieux subsistent toutefois quant aux limites de validité théorique du modèle d'offre (par exemple, Oosterhaven, [1988] et [1989]). On tentera ici de montrer que ce dernier est généralement utilisé sans qu'une réflexion préalable soit menée sur ses « caractéristiques » de base, c'est-à-dire son contenu théorique et sa plausibilité économique. Il nous semble, en effet, que trop souvent le modèle d'offre est un pur artefact ou, en d'autres termes, qu'il se limite à une construction formelle, satisfaisant certes les exigences de l'algèbre linéaire mais ne correspondant pas à une représentation cohérente de l'activité économique, si bien qu'on peut facilement réfuter certains des mécanismes qui sont à la base de son fonctionnement. Alors que le modèle Leontief, une fois que l'on a accepté ses hypothèses de départ, offre des solutions, même stylisées, crédibles ou tout au moins correspondant à la représentation et aux évolutions économiques caractéristiques des économies capitalistes, planifiées ou en voie de développement, le modèle d'offre révèle sous sa forme actuelle, pour peu qu'on analyse son fonctionnement de manière attentive, des situations totalement aberrantes du point de vue économique, voire des impossibilités logiques totales (par exemple, la possibilité de doubler la production d'une branche en accroissant uniquement le volume du moins important de ses inputs). Alors qu'il apparaît satisfaisant du point de vue d'une approche formelle et que son écriture de départ et les formulations que l'on peut en dériver s'avèrent tout à fait correctes d'un simple point

de vue logico-mathématique, son utilisation économique, pour peu que l'on n'y prenne garde, peut s'avérer totalement infondée et correspondre à des mécanismes étrangers à la logique des relations de production. La première partie de cet article est consacrée à une présentation du modèle d'offre et de ses principales utilisations dans la littérature contemporaine. La seconde partie met l'accent sur les limites théoriques et les impasses auxquelles conduit cette modélisation, en particulier quand on considère qu'elle répond aux mêmes hypothèses de base que le modèle Leontief. Nous terminons par l'examen d'un certain nombre de propositions, visant à réhabiliter le modèle d'offre mais qui, à notre sens, ne peuvent suffire à lui restaurer une crédibilité suffisante au niveau théorique.

LE MODÈLE D'OFFRE : PRÉSENTATION ET UTILISATIONS

Le modèle d'offre repose sur un principe simple : il s'agit du symétrique du modèle Leontief ouvert statique en quantités valorisées. Les deux analyses peuvent être représentées à partir du même schéma de base, constitué par les relations inter-industrielles et les liaisons avec les ressources primaires et la demande finale, le tout exprimé sous la forme de quantités valorisées et généralement représenté comme suit :

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

$$x = Xe + Y \quad (1')$$

avec :

x_i : production totale du bien i ;

x_{ij} : quantité de bien i consommée par la branche j ;

Y_i : demande finale du bien i

(e représentant le vecteur colonne unitaire).

$$x_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + R_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$x' = e'X + R' \quad (2')$$

avec :

R_j : ressources primaires du bien j

(le signe ' caractérise dans le présent article des matrices ou vecteurs transposés).

L'égalité (1) représente l'équilibre des différentes utilisations du bien i , alors que l'égalité (2) traduit les différentes ressources entrant dans la production du bien j .

L'adoption de coefficients fixes, appelés les coefficients techniques, repose sur la définition d'une fonction de production de type Walras-Leontief, telle que les firmes opérant dans la branche possèdent un comportement de minimisation des coûts. On définit ainsi un ensemble de coefficients :

$$a_{ij} = x_{ij}/X_j \quad (3)$$

$$A, t. q. X = A\hat{x} \text{ (avec } \hat{x} = \text{diag } x) \quad (3')$$

sous l'hypothèse que :

$$x_j = \text{Min } (x_{ij}/a_{ij} \text{ quel que soit } i) \quad (4)$$

On dérive alors, de (1), la formulation standard du modèle Leontief :

$$x = A\hat{x}e + Y = Ax + Y \quad (5)$$

$$x = [I - A]^{-1} Y \quad (6) \quad \text{ou} \quad (6') \quad x = A^* Y$$

L'égalité (6) constitue la forme réduite du modèle, pour laquelle à chaque vecteur de demande finale correspond un vecteur différent d'output total, sous l'hypothèse de l'absence de contrainte de capacité. Chaque coefficient a^*_{ij} est interprété en termes économiques comme représentant la quantité valorisée d'output i directement et indirectement stimulée par la demande finale d'une unité du bien j .

Le modèle de Leontief est également justiciable d'une analyse en termes de prix qui, bien que moins utilisée de nos jours (on notera à ce propos que Rose et Miernyk [1989] excluent d'emblée ce type d'écriture dans leur recension consacrée aux travaux réalisés dans le domaine de l'approche Entrées-Sorties) a donné lieu à de nombreux développements théoriques.

Pour formaliser ce modèle, il faut tout d'abord supposer que l'on connaît les prix unitaires des unités physiques d'input et d'output pour chacune des branches de production. Par ailleurs, il est également nécessaire d'introduire une distinction entre les quantités valorisées, utilisées dans les écritures précédentes, et les quantités physiques non valorisées (on distinguera ces dernières en les affectant d'une barre supérieure). On a alors :

$$\begin{aligned} x_i &= p_i \cdot \bar{x}_i \\ x_{ij} &= p_i \cdot \bar{x}_{ij} \\ Y_i &= p_i \cdot \bar{Y}_i \\ R_j &= p_j \cdot \bar{R}_j \end{aligned}$$

ou encore, tiré de l'expression (1) :

$$\begin{aligned} x_i &= p_i \cdot \bar{x}_i \\ &= \sum_{j=1}^n p_i \cdot \bar{x}_{ij} + p_i \cdot \bar{Y}_i \end{aligned} \quad (7)$$

Cette égalité représente les différentes utilisations du bien i dans l'ensemble des procès de production, ainsi que sa consommation par la Demande Finale.

Pour obtenir le prix d'un bien à partir des différentes composantes entrant dans son élaboration, il faut passer par une autre formulation, qui rende compte à la fois du rôle joué par les prix des inputs intermédiaires et primaires. Ainsi, pour un bien j , les différentes contributions s'écrivent comme suit, à partir de (2) :

$$p_j \cdot \bar{x}_j = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \bar{x}_{ij} + p_j \cdot \bar{R}_j \quad (8)$$

à gauche la valeur de la production totale de bien j , à droite les quantités et prix des éléments entrant dans sa composition, avec p_j le prix des inputs primaires.

On en tire, en divisant par \bar{x}_j :

$$p_j = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \bar{a}_{ij} + \bar{c}_{ij} \quad (9)$$

avec $\bar{a}_{ij} = \bar{x}_{ij}/\bar{x}_j$, le coefficient technique fixe en quantités physiques.

Dans l'expression (9), \bar{c}_{ij} , qui est égal à $p_j \cdot \bar{R}_j/x_j$, représente également la valeur des inputs primaires nécessaires à la production du bien j (on assimile souvent, dans les modèles théoriques, ces inputs primaires au seul travail). Cette expression peut encore s'écrire, pour l'ensemble des processus de production, de la manière suivante :

$$P = P\bar{A}' + \bar{C} \quad (10)$$

$$P = [I - \bar{A}']^{-1} \bar{C} \quad (11)$$

Le modèle miroir est généralement dérivé de la formulation valorisée du modèle de Leontief et fonctionne de manière identique. Il découle de l'égalité (2) et repose sur une hypothèse de fixité des coefficients d'allocation ou de débouchés d_{ij} tels que :

$$d_{ij} = x_{ij}/x_i \quad (12)$$

$$D, t. q. X = \hat{x} D \quad (12')$$

On dérive alors, de (2), la formulation miroir du modèle d'offre :

$$x' = e'x D + R' = x' D + R' \quad (13)$$

$$x' = R' [I - D]^{-1} \quad (14) \text{ ou } (14') \quad x' = R' D^*$$

l'égalité (14) exprime la forme réduite du modèle d'offre, pour laquelle à chaque allocation d'inputs primaires correspond un vecteur différent d'output total, sous l'hypothèse d'absence de contrainte de demande. Bien que souvent étudiés, les coefficients de la matrice D sont rarement définis, si ce n'est à dire qu'ils rap-

portent les différentes consommations intermédiaires d'une branche à sa production totale. Si l'on désire raisonner en miroir du modèle Leontief, on peut interpréter en première approche chaque coefficient d^*_{ji} comme représentant la quantité valorisée d'output i directement et indirectement stimulée par une unité de ressource primaire du bien j (on verra cependant ci-dessous que cette interprétation n'est pas la seule admissible et qu'elle pose des problèmes d'interprétation, qui conduiront à l'examen de différentes solutions alternatives).

La présentation usuelle du modèle d'offre, telle qu'elle a été effectuée pour la première fois par Ghosh [1958], invoque l'existence de contraintes du côté de l'offre. Alors que les économies des pays industrialisés se caractérisent par la disposition importante de ressources primaires ainsi que par une demande de biens répondant à des spécifications précises, les structures de production des économies centralement planifiées ou en voie d'industrialisation ne correspondent pas à ce schéma. Elles se distinguent, au contraire, par la présence de rationnements, voire de pénurie des inputs et de demande non satisfaites ou quasi illimitées, qui nécessitent la mise en place d'un formalisme nouveau. La causalité du modèle de Leontief, qui va de la demande finale aux inputs intermédiaires suite à une variation notionnelle ou réelle de la première, se trouve ainsi complètement renversée et laisse place, dans le modèle d'offre, à des impulsions provenant d'une variation des inputs primaires. On peut ainsi constater que le modèle Leontief correspond à une « logique demande », avec une exogénéité du vecteur Y de demande finale, alors que le modèle d'offre répond à une « logique offre », qui repose sur une exogénéité du vecteur R des inputs primaires.

Alors que le travail initial de Ghosh faisait référence à des économies en voie de développement ou centralement planifiées, il est devenu courant, surtout depuis le début des années quatre-vingt, de considérer que cette analyse s'applique également au cas des économies de marché, en particulier dans une situation de diminution soudaine des inputs primaires, voire de la production d'une ou plusieurs industries. Les entreprises, nationalisées ou privées, pourraient alors avoir intérêt, dans un esprit d'équité, à prendre des mesures d'équi-répartition de la pénurie entre leurs clients.

C'est dans cet esprit qu'ont été réalisées les analyses d'impact sectoriel, consistant à utiliser un modèle miroir afin de mettre en évidence les effets d'une pénurie de l'offre d'un input quelconque sur la structure productive d'un pays ou d'une région. L'application au cas d'un rationnement de l'énergie et tout particulièrement du pétrole a été immédiate (Giarratani, [1976]), les études reposant sur l'interprétation économique de la matrice D^* précisée ci-dessus. On a ainsi pu montrer que le secteur énergétique (charbon, pétrole et gaz naturel) occupait une position cruciale au sein de l'économie américaine grâce à sa capacité de production d'effets multiplicateurs (les colonnes de la matrice D^*) mais également qu'il était influencé de manière significative par les inputs provenant du BTP ou de la chimie (lecture des lignes de la matrice D^*). Chen et Rose [1985] qui ont, à partir de la même formalisation, procédé à l'étude des variations des coefficients du modèle d'offre résultant d'une réduction hypothé-

tique de 50 % de l'offre d'aluminium dans l'économie de Taïwan, concluent que la structure des coefficients est faiblement affectée par ce choc et donc que ses répercussions sont faibles, mais également que la structure du modèle d'offre est moins sujette à variation que celle du modèle de Leontief.

Bien qu'appartenant au même corps de recherche et pouvant s'appliquer indifféremment au cas des pays industrialisés ou en voie de développement, les analyses en termes de multiplicateur d'offre apparaissent plus élaborées. Les analyses descriptives conduisent à l'utilisation de multiplicateurs d'output dans le but de déterminer les secteurs clés d'une structure productive, voire de procéder ainsi à des comparaisons internationales. La première application majeure dans ce domaine est l'œuvre de Augustinovic [1970] qui met en place, afin de comparer les structures d'allocation finale des inputs primaires dans différents pays européens, un multiplicateur de la forme suivante :

$$R' \cdot [I - D]^{-1} \cdot Y' \quad (15)$$

Cette expression, qui représente le pendant d'une écriture du modèle Leontief du type :

$$Y \cdot [I - A]^{-1} \cdot R \quad (16)$$

ne fait en aucun cas référence à l'existence d'une relation causale entre inputs primaires et output final, contrairement à l'analyse d'impact.

C'est dans cette même optique que sont réalisées les études en termes de multiplicateurs matriciels visant à mettre en évidence les *forward linkages* ou effets d'entraînement vers l'aval et qui reposent sur l'étude de la somme des lignes de la matrice D^* . Cette méthode de détermination des secteurs clés peut être considérée comme l'équivalent du multiplicateur de demande finale du modèle Leontief, défini par la somme des colonnes de la matrice A^* et qui représente les effets d'entraînement vers l'amont ou *backward linkages*. On sait que l'analyse en termes de multiplicateur de Leontief a pour objet de juger les variations de niveau de production des différentes branches j entraînées par une modification hypothétique de la demande finale adressée à l'industrie i (cf. sur ce sujet, la thèse toujours utile de Molins-Ysal, [1967]), la formulation la plus traditionnelle de cet effet d'entraînement étant celle retenue par Rasmussen [1957] :

$$\frac{1}{n} \sum_i^n a_{ij}^* / \frac{1}{n^2} \sum_{i,j} a_{ij}^* \quad (j = 1, \dots, n) \quad (17)$$

D'autres approches visant à vérifier les capacités d'entraînement vers l'amont d'un secteur sont toutefois possibles, toutes fondées cependant sur une utilisation de la matrice A^* et une exploitation des effets d'entraînement dirigés vers l'amont (citons, par exemple, Yotopoulos et Nugent, [1973] ou Schultz, [1977]).

En revanche, le terme de *forward linkages* fait explicitement référence à une causalité inverse (c'est-à-dire suivant une direction allant de l'amont vers l'aval) et trouve sa source dans un ouvrage de Hirschman [1968], qui évoque explicitement deux types d'effets de liaison, vers l'amont et vers l'aval. Ainsi, le

lancement d'une industrie nouvelle offre un marché nouveau ou en expansion pour les produits qu'elle utilise, ce qui se traduit par l'existence de *backward linkages* en amont, mais contribue également à l'apparition d'un produit nouveau, qui peut se voir utilisé dans de nouvelles industries ou créer de nouveaux besoins et donc donner naissance à des effets en aval, ou *forward linkages*. Bien que Hirschman considère que les liaisons en amont sont les plus importantes, en particulier en raison de leur importance dans la transmission des effets d'industrialisation, de nombreux auteurs vont proposer, dès le milieu des années soixante-dix, des méthodes de mesure des *forward linkages* (Loviscek [1982]). Jones [1976] et dans une moindre mesure Hoover [1971] vont être les premiers à suggérer l'utilisation des coefficients de la matrice de débouché D, puis de son inverse, consacrant ainsi une utilisation parallèle à celle, plus classique, de la matrice des coefficients techniques. Jones [1976] ou Miller et Blair [1985] considèrent l'étude des sommes des lignes de la matrice D* comme la mesure la plus efficace des capacités d'entraînement des industries motrices, en particulier d'un point de vue hirschmanien. Dans une telle optique, toute analyse repose sur l'utilisation des coefficients d_{ji}^* , interprétés – ainsi que précisé plus haut dans le texte – comme rendant compte de la variation totale d'output des branches i due à une variation de l'input de la branche j (Shao et Miller [1990]).

L'écriture (17) des *backward linkages* se voit alors remplacée par une pondération parallèle des *forward linkages* (cf. Jones [1976] pour la formulation initiale, reprise et développée dans Bulmer-Thomas [1982]) :

$$\frac{1}{n} \sum_j d_{ij}^* / \frac{1}{n^2} \sum_{i,j} d_{ij}^* \quad (i = 1, \dots, n) \quad (18)$$

On retrouve une démarche voisine avec les analyses récentes « d'erreur et de sensibilité », qui cherchent à retracer la diffusion d'une perturbation au sein de la structure productive d'une économie (Bon, [1988] ; Sonis et Hewings, [1992]) en se fondant sur une utilisation conjointe des modèles Leontief et d'offre. Cette approche, qualifiée aussi d'« analyse input-output qualitative » (Holub et Tappeiner, [1989]), repose sur l'idée que le modèle d'offre autorise l'étude de la propagation des effets d'une modification d'un paramètre quelconque de l'amont vers l'aval de la structure productive. On ne peut manquer de faire le parallèle avec tout un courant d'origine francophone, souvent qualifié d'analyse structurale, ou encore de théorie de l'influence productive. Les auteurs appartenant à cette école s'appuient alors sur les coefficients de la matrice A (ou de la matrice A*) afin de juger de l'influence par les achats d'une branche sur l'ensemble de la structure productive (cf., par exemple, Gazon [1989]), mais ils font un usage tout aussi important des coefficients de la matrice D (ou D*) dans le but d'estimer l'influence par les ventes exercée par une industrie sur le système productif dans sa totalité (cf., pour une utilisation extensive du modèle d'offre, mais avec référence aux seuls coefficients d_{ji} ou d_{ji}^* , Lantner, [1974] ; Mougeot, Duru et Auray, [1977] ; Torre, [1988] ; ou De Mesnard, [1990]). Toute différente est l'optique retenue par des travaux dont l'origine est plus récente (Bellet, Lallich, Vincent [1990]) et qui se traduisent par une utilisation

tion simultanée des modèles Leontief et d'offre. Il s'agit alors, afin de déterminer les filières ou les noyaux caractéristiques d'un système productif, de mesurer l'intensité de la relation réciproque unissant deux branches i et j grâce à un indicateur de la forme suivante :

$$r_{ij} = d_{ij} + d_{ji} + a_{ij} + a_{ji} \quad (19)$$

La sommation des coefficients techniques et de débouchés permet d'isoler des couples de branches dont l'activité est fortement liée, sans que soit impliquée une diffusion des perturbations. Cette approche, qui ne fait appel à aucune idée de multiplication ou de transmission d'effets quelconques, se situe donc explicitement dans un cadre statique, son objet consistant à isoler des sous-ensembles au sein de la structure productive d'une économie. Si l'on ne peut lui attribuer une référence explicite à une causalité différente du modèle Leontief, il n'en demeure pas moins qu'ici encore, comme dans les travaux envisagés plus haut, l'utilisation du modèle d'offre est réalisée sans réflexion préalable sur ses caractéristiques théoriques ou sa plausibilité. Celles-ci méritent pourtant, comme on va le voir ci-après, une attention approfondie.

SUR LE CARACTÈRE PLAUSIBLE DU MODÈLE MIROIR

Le succès croissant du modèle d'offre et ses nombreuses utilisations s'expliquent par son caractère éminemment pratique, qui permet de transposer les techniques et les données input-output usuelles à l'étude de perturbations trouvant leur origine dans une offre limitée et/ou suivant un chemin dont la logique est la même que celle du processus de production (c'est-à-dire d'amont en aval). Pourtant, cette simplicité d'utilisation est souvent trompeuse et un examen approfondi met au jour un certain nombre d'interrogations quant à la plausibilité d'un tel modèle. Réalisme des hypothèses, interprétations économiques diverses, fondements théoriques incertains ou versions différentes d'une même formalisation, autant de problèmes qui doivent être maintenant abordés afin de mettre en évidence les limites théoriques du modèle d'offre, masquées quelquefois par un usage intensif et peu attentif de cet outil.

La solution la plus généralement admise, de manière explicite ou implicite, par les nombreux utilisateurs du modèle d'offre, consiste à faire de ce dernier un modèle fonctionnant selon les mêmes critères que celui de Leontief. On considère alors, et c'est bien l'option retenue dans la présentation effectuée plus haut, qu'il présente d'emblée les mêmes caractéristiques que son aîné. Il s'agirait fondamentalement d'un modèle traitant de quantités (même valorisées) de biens, reposant sur des relations de linéarité et sur la condition d'Hawkins-Simon, fondé sur la présence d'isoquants coudés et du théorème de non-substitution (c'est-à-dire rendements d'échelle constants et non-substituabilité des inputs en situation de concurrence parfaite) (Gale [1960] ; Morishima [1964] ; Rose et Miernyk [1989]).

Retenir cette option revient à faire du modèle d'offre un Leontief fonctionnant d'amont en aval à partir des impulsions données par les variations des ressources initiales, la demande étant parfaitement élastique, la consommation ou l'investissement réagissant parfaitement à n'importe quelle modification de l'offre. Toutefois, si une telle solution apparaît séduisante, elle comporte un certain nombre d'inconvénients majeurs, au premier rang desquels le très faible réalisme du mécanisme économique décrit par le modèle. Si l'on considère, en effet, les demandes intermédiaires, on constate que, dans le modèle d'offre, les ratios d'input varient de manière arbitraire, alors que les ratios d'output et leurs effets multiplicatifs vont s'articuler suivant le principe du développement d'une série de Taylor :

$$x' = R' (I + D + D^2 \dots + D^n + \dots) \quad (20)$$

Identique dans sa formulation à l'expansion habituelle du modèle de Leontief du type :

$$x = (I + A + A^2 + \dots + A^n + \dots) Y \quad (21)$$

l'expression (20) ne va pas sans soulever quelques interrogations quant à son contenu économique.

Elle permet, en effet, de retracer les séquences de production et d'échange de biens à l'intérieur du formalisme retenu dans le modèle d'offre, du moins si l'on considère ce dernier comme un modèle à part entière, capable de prendre en considération et de décrire les conditions de production des biens. Cependant, la logique qui préside à ces opérations se révèle souvent pour le moins curieuse. On retiendra pour illustration le cas simple des répercussions de la croissance de l'input d'une branche unique. Si l'on étudie ainsi les étapes successives du processus de diffusion à l'œuvre dans l'expression (20) sur la base d'un accroissement d'un million de francs de l'input primaire de la seule branche i , on enregistre les résultats suivants. La première étape (R'I) permet de mesurer l'output nouveau de l'industrie i suite à l'accroissement marginal de son input primaire. La deuxième étape (R'D) traduit l'impact de cet accroissement initial sur les industries acheteuses du bien i , qui voient leur production augmenter en mesure de l'accroissement de leur input de bien i , la stabilité de la part des ventes de la branche i à la branche j revenant à postuler l'existence d'une croissance homothétique. Il faut constater que cette augmentation de la production totale d'une branche est possible sans qu'il soit nécessaire de faire appel à d'autres inputs intermédiaires, ni à du travail ou du capital supplémentaires, ce qui est bien difficile à admettre. La même remarque peut être faite pour les étapes suivantes (R'D², ..., R'Dⁿ...), les phénomènes de complémentarité des inputs et d'effets d'entraînement vers l'amont se voyant exclus, alors même que la valeur ajoutée des biens n'est, en aucun cas, affectée par les relations de production ainsi retracées. Ce cas peut évidemment être étendu, avec des implications encore plus graves, à des situations plus complexes, telles que l'accroissement et la diminution simultanées des inputs primaires dans deux branches données,

qui peut aboutir par exemple à une multiplication par deux de la production d'une branche, alors que le volume d'un seul de ses multiples inputs a augmenté de façon très importante mais qu'un autre input vient à manquer presque totalement. La seule solution à ce problème consiste alors à postuler l'existence, dans chacune des branches, de stocks importants et non utilisés de chacun des inputs intermédiaires, ce qui apparaît à la fois abusif et contradictoire avec les hypothèses de base du modèle linéaire.

On doit s'interroger sur la plausibilité d'un tel modèle, dont les évolutions se révèlent pour le moins, et pour reprendre une expression de Gale, « non naturelles ». Il semble, en effet, que l'option consistant à considérer le modèle d'offre comme fonctionnant suivant les mêmes principes que le modèle Leontief doit être abandonnée car non réaliste et conduisant à des résultats aberrants. Si l'on veut éviter que le modèle d'offre ne se limite à une simple curiosité mathématique sans signification économique réelle, il faut emprunter une autre voie et lui rendre une plausibilité. Deux solutions s'offrent alors, selon les choix effectués.

La première solution consiste à rejeter la conception du processus causal de production et d'échange décrit plus haut et dans lequel divers outputs de production sont affectés par le choc initial concernant l'input primaire d'une branche donnée. Il peut s'agir, par exemple, comme le fait Oosterhaven [1989], de faire appel à une interprétation qui se présente comme l'opposée pure et simple du modèle de Leontief (c'est-à-dire un output produit à partir d'inputs multiples) en raison de la production d'outputs multiples à partir d'un seul input homogène. Ce cas, s'il permet d'envisager sur un plan purement formel l'existence d'une fonction de production, apparaît bien évidemment peu probable d'un point de vue économique. C'est pour des raisons différentes que l'on doit également écarter un des modèles présentés, en 1970, par Augustinovic et qui consiste à adjoindre une demande finale à l'appareillage présenté plus haut. Cette approche doit être rangée au rang des simples curiosités car il devient alors aussi difficile de boucler le modèle que de déterminer le sens de la causalité ici à l'œuvre.

Il semble donc bien que l'on soit conduit à privilégier la seconde solution, qui revient à accepter la causalité première du modèle d'offre, une variation notionnelle des ressources initiales venant retentir en aval sur l'ensemble du processus de production. On ne peut toutefois retenir dans ce cas l'idée qu'il constitue l'exacte reproduction du Leontief, cette option conduisant, comme signalé plus haut, à des résultats économiquement incohérents. La troisième partie de l'article est consacrée à un examen des tentatives de réhabilitation du modèle d'offre. Fondées sur une reformulation partielle de ses hypothèses de base mais respectant l'idée fondatrice du modèle miroir, à savoir l'inversion du flux causal, ces différentes tentatives montrent, à notre sens, que le modèle d'offre est encore à la recherche d'un support théorique complet, même si l'utilisation de la matrice des coefficients de débouchés à des fins d'analyse statique ou comparative peut se justifier dans certaines applications de caractère structural.

TROIS TENTATIVES INFRUCTUEUSES POUR RÉHABILITER LE MODÈLE D'OFFRE

Il ressort des développements précédents que si le modèle ghoshien se voit souvent utilisé pour étudier les implications ultérieures d'un choc en amont du processus productif, il est également généralement manié sans grandes précautions. Ses utilisateurs négligent en particulier de s'intéresser à deux facteurs importants :

- les fondements théoriques du modèle et plus spécialement les caractéristiques de la fonction de production des biens ;
- la signification économique des hypothèses de base, qui renvoient bien évidemment à des possibilités d'utilisations différentes.

Toutefois, et en réponse aux critiques d'incohérence formulées plus haut, certains auteurs ont tenté de réhabiliter le modèle d'offre, cherchant à lui offrir des fondements théoriques différents ou entreprenant une réflexion approfondie sur le renouvellement de ses hypothèses de base. Un certain nombre d'avancées ont été réalisées sur ce terrain ces dernières années, suivant trois pistes différentes, qui respectent toute l'idée que le modèle d'offre repose bien sur une logique de transmission d'amont en aval des flux issus d'une perturbation initiale localisée au niveau des ressources primaires, sans pour autant reprendre le formalisme de Leontief.

Certains auteurs considèrent, en effet, qu'il est lié de manière indissociable au modèle Leontief, alors que d'autres pensent qu'il peut constituer une alternative valable à ce dernier. Chacun de ces cas, qui relèvent de logiques tout à fait différentes, a donné lieu à des améliorations partielles, qui visent à accroître la plausibilité du modèle miroir mais ne peuvent encore suffire à lui restaurer sa crédibilité. On distinguera trois solutions, qui conduisent à des remises en cause à chaque fois plus profondes des fondements du modèle ghoshien. La première consiste à élaborer un modèle de prix, la deuxième à explorer l'hypothèse de coefficients de débouchés fixes, et la dernière à étudier les possibilités d'existence de coefficients variables. Comme on le constatera ci-dessous, ces trois solutions doivent être rejetées, car non cohérentes.

a) Le premier cas en examen relève d'une logique que l'on peut qualifier d'instrumentale et revient à considérer que les modèles Leontief et d'offre sont indissociablement liés et ne peuvent être traités comme autonomes. On retrouve une telle analyse dans différents travaux, dus en particulier à Miller et Rose, qui s'appuient, pour montrer la connexion entre les deux modèles, sur la relation dite de bi-proportionnalité. Cette dernière qui montre, par exemple, que les coefficients des matrices A et D ne peuvent varier de manière indépendante, est fondée sur les écritures (3') et (12'). Elle associe les matrices A et D et donc A* et D* par l'intermédiaire de la double liaison suivante (Miller et Blair, [1985] ; Rose et Allison, [1989]) :

$$A = \hat{x}D\hat{x}^{-1} \quad (22)$$

et

$$D = \hat{x}^{-1} A \hat{x}$$

Il faut préciser immédiatement qu'une analyse en termes de quantités valorisées est tout à fait impossible sur cette base. On a montré en effet, ci-dessus, que si l'on retient l'hypothèse, tout à fait admissible, que les deux modèles sont associés de manière organique, cette approche devient incohérente (cf., par exemple, les cas aberrants de multiplication des inputs). Il peut sembler alors que la seule solution possible pour « sauver » le modèle d'offre, tout en le liant au modèle Leontief, consiste à le considérer comme un « dual » en prix de ce dernier, la perturbation initiale qui affecte les ressources primaires pouvant être envisagée comme une variation en termes de prix, telle que l'augmentation du prix d'une des ressources, par exemple. Dans cette optique, la causalité du processus de diffusion d'amont en aval est respectée sans que des solutions économiquement aberrantes apparaissent. Ainsi, une augmentation d'un million de francs du prix de l'input primaire de la branche i va entraîner un accroissement du prix du bien i , qui va se transmettre aux branches acheteuses de ce produit et entraîner à son tour une augmentation du prix de leurs outputs.

Un tel espoir est cependant rapidement déçu, car on peut ici encore s'interroger sur l'intérêt, voire le caractère opérationnel, d'une telle manipulation. Ainsi, on a vu plus haut que le modèle de Leontief convient parfaitement à ce type d'utilisation (cf. les équations (10) et (11)), si bien que le modèle miroir est au mieux redondant. Par ailleurs, le recours à la matrice des coefficients de débouchés conduit à une inversion du sens de la causalité du processus, qui enlève une grande partie de son intérêt à cette démarche et la rend bien moins efficace qu'une approche en termes de quantités valorisées. Pour le montrer, essayons simplement de retrouver l'équivalent ghoshien des équations (8), (9) et (10). Sachant que la matrice D des coefficients de débouchés repose sur une division par les x_i , il est nécessaire d'utiliser l'égalité (7), miroir de l'expression (8), comme point de départ :

$$p_i \cdot \bar{x}_i = \sum_{j=1}^n p_i \cdot \bar{x}_{ij} + p_i \cdot \bar{Y}_i \quad (7)$$

Cette expression devient, divisée par x_i :

$$p_i = \sum_{j=1}^n p_i \bar{d}_{ij} + \bar{s}_{ij} \quad (23)$$

avec $\bar{s}_{ij} = p_i \cdot \bar{Y}_i / \bar{x}_i$,

puis, pour l'ensemble des processus :

$$P = P \bar{D}' + \bar{S} \quad (24)$$

Cette dernière égalité consiste à décrire les différentes destinations productives ou finales d'un bien et établit que la valeur totale d'une marchandise est égale à celle de ses différents usages. Bien que tout à fait correcte, elle ne présente pas un intérêt majeur, que ce soit au niveau théorique ou appliqué, et ne

saurait en aucun cas se substituer à la formulation en prix du modèle de Leontief. Il semble bien, une fois de plus, que le principal avantage du modèle d'offre doit s'évaluer en fonction de ses éventuels apports à une analyse empirique du type multiplicateur, *forward linkages* ou impact, ce qui conduit à aborder la seconde des options citées plus haut.

b) Le second cas traité dans la littérature relève d'une logique tout à fait différente : on considère alors que la liaison instrumentale ne prime pas, si bien que le modèle d'offre peut être envisagé comme un modèle tout à fait indépendant du Leontief dans ses évolutions, mais reposant tout de même sur une hypothèse de fixité des coefficients techniques. Cette option, défendue par des auteurs tels que Gruver [1988] ou Cella [1988] dans certains de leurs travaux, les conduit à une reformulation des hypothèses de base du modèle miroir. Elle est envisageable si l'on admet que le modèle Leontief est généralement utilisé sans qu'il soit fait référence dans ses hypothèses au Modèle d'Offre, ou à tout autre formalisme auquel on pourrait cependant le rattacher par le biais de combinaisons linéaires.

Dans ce cas se pose toutefois d'emblée la question de la fixité des coefficients (qui constitue l'hypothèse déterminante du modèle Leontief), fixité que nous avons jusqu'à présent acceptée sans discussion dans le cadre du modèle d'offre. On a, en effet, admis précédemment l'idée que les coefficients de débouchés d_{ij} étaient stables, à l'image de ceux du modèle Leontief, cette stabilité n'étant jamais démontrée mais reposant sur une convention implicite d'« imitation » de la stabilité des coefficients techniques a_{ij} . Pour autant, cette stabilité est-elle plausible dans le cadre du modèle d'offre?

On doit noter tout d'abord que l'écriture même des coefficients d_{ij}^* repose sur l'idée que la relation (14) est une fonction linéaire de R_i ($R_i \geq 0$), et donc que :

$$d_{ij}^* = \frac{\delta x_j}{\delta R_i} \quad (i, j = 1 \dots n) \quad (25)$$

en d'autres termes que d_{ij}^* représente la dérivée partielle de l'output j par rapport à l'input primaire i .

Cette condition est similaire à celle utilisée dans les multiplicateurs de demande, c'est-à-dire :

$$a_{ij}^* = \frac{\delta x_i}{\delta Y_j} \quad (i, j = 1 \dots n) \quad (26)$$

c'est-à-dire que la relation (6) représente une fonction linéaire de y_j ($y_j \geq 0$). On peut alors comprendre la stabilité de la matrice D comme correspondant à la constance dans le temps des coefficients de débouchés et donc à leur invariance aux phénomènes de croissance. Malheureusement, il semble bien que la démonstration d'une telle propriété repose à nouveau sur une association avec

le modèle Leontief. Ainsi, Dietzenbacher [1989] a montré que, si l'on postule un taux de croissance g de l'économie tel que :

$$g = \Sigma g_i = (x^t) \cdot (x^o)^{-1} - 1 \quad (27)$$

avec $g_i = x_i^t/x_i^o$; $i = 1, 2, \dots, n$; 0 et t représentant deux périodes successives, on peut l'associer à la stabilité dans le temps de la matrice A . On obtient en effet, à partir de (22), la condition de stabilité suivante (Dietzenbacher, [1989]) :

$$\begin{aligned} D^t - D^o &= (x^t)^{-1} \cdot A^t \cdot (x^t) - (x^o)^{-1} \cdot A^o \cdot (x^o) \\ &= (x^t)^{-1} \cdot [A^t - (x^t) (x^o)^{-1} \cdot A^o \cdot (x^o) \cdot (x^t)^{-1}] \cdot (x^t) \quad (28) \\ &= (x^t)^{-1} \cdot [A^t - (g) \cdot A^o \cdot (g)^{-1}] \cdot (x^t) \end{aligned}$$

La stabilité de la matrice D est ici liée à celle de A , bien connue et qui repose sur les hypothèses de rendements d'échelle constants et de non-substituabilité des inputs en situation de concurrence parfaite (assurée par le théorème de non-substitution) (R. Dorfman, P.A. Samuelson et R.M. Solow, [1962], ou Morishima, [1962]). Elle est à nouveau fondée sur la liaison de bi-proportionnalité qui implique que toute approche en quantités (valorisées) du modèle d'offre pose des problèmes graves de cohérence. Il faut donc abandonner cette piste de recherche, tout comme l'idée de coefficients de débouchés fixes. La stabilité de ces derniers repose, en effet, sur la condition de stabilité conjointe du modèle Léontief et se paye ainsi de l'apparition d'évolutions du modèle sans aucune signification économique.

c) Face à ces différents échecs (la piste du modèle de prix est sans grand intérêt alors qu'un modèle en quantités valorisées fondé sur des coefficients de débouchés fixes présente toutes les caractéristiques d'inconsistance), reste à explorer une dernière piste de recherche : définir une fonction de production propre au formalisme ghoshien et qui rejette l'hypothèse de fixité des coefficients de débouchés. Telle est l'option retenue par Cella [1988], et que nous allons maintenant tenter d'évaluer.

L'analyse repose alors sur une remise en question de la condition usuelle de non-substituabilité, plus connue dans le modèle Leontief sous la dénomination de théorème de non-substitution et qui garantit l'absence de toute substitution entre les inputs en situation de concurrence parfaite. Cette hypothèse, qui fonde l'existence de fonctions de production à « isoquants coudés » et de coefficients techniques fixes est alors remplacée par la caractéristique de parfaite substituabilité entre les différents inputs à l'intérieur de chaque fonction de production. On obtient ce que l'auteur appelle un « symétrique » du théorème de non-substitution (Cella, [1988]), qui consiste à laisser la possibilité de substituer n'importe lequel des biens intermédiaires à l'input utilisé par une industrie. Ce faisant, on abandonne l'idée d'une stabilité des coefficients de débouchés par rapport aux allocations alternatives d'inputs primaires, l'hypothèse de substituabilité parfaite revenant à accepter une déformation de la structure des ventes en fonction des variations provenant des ressources initiales.

La conséquence d'une telle reformulation consiste en la possibilité de définition, dans le modèle d'offre, d'une fonction de production. Cette fonction repose sur l'égalité (2), maintenant considérée comme comportant les hypothèses de base nécessaires à la production des biens, si bien que la fonction de production du bien i va s'écrire comme suit pour la branche i :

$$x_i = \text{Min} (x_{ij}/d_{ij}, \text{quelle que soit } j) \quad (29)$$

Cette écriture correspond à une condition de réallocation des inputs de la branche i en fonction de ses différents acheteurs j . La variation des coefficients d_{ij} qui, rappelons-le, donnent la structure x_{ij}/x_i des ventes de la branche i , traduit le fait que les clients de i peuvent se trouver privés d'une partie de leurs inputs et conduits ainsi à substituer de nouveaux biens au produit précédemment utilisé. On peut également la formuler comme ceci pour la branche acheteuse j (Cella, [1988]) :

$$x_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + R_j = f(x_{1j}, \dots, x_{nj}; R_j) \quad (30)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}/x_j + R_j/x_j = 1 \quad (31)$$

Il est alors possible de montrer, à partir de ce fondement, qu'existe un ensemble d'allocations alternatives parmi lesquelles un choix devra être réalisé. Ces allocations satisfaisant aux conditions de base du modèle d'offre se traduisent par la présence d'ensembles distincts de coefficients de débouchés, qui correspondent à des conditions techniques différentes (Cella, [1988] et Lancaster, [1968]).

Le fonctionnement du modèle d'offre se révèle ici tout à fait différent de celui du modèle de Leontief, qui implique, on le sait, une stabilité des coefficients techniques. Au terme des développements précédents, on constate, au contraire, que cette présentation du modèle ghoshien repose sur une hypothèse de variabilité des coefficients de débouchés, qui doivent s'adapter aux mutations de la structure sectorielle des inputs primaires. On peut cependant s'interroger sur le caractère plausible de l'hypothèse de parfaite substituabilité des inputs, qui sous-tend cette variabilité, conséquence du choc constitué par la variation des inputs primaires. En effet, une telle idée est difficile à défendre sur le terrain théorique, puisqu'elle consiste à établir un modèle « de type Leontief », dans lequel est introduite de force une hypothèse de variabilité des coefficients qui conduit à formuler des hypothèses absurdes. Ainsi, l'idée de la parfaite substituabilité est clairement contradictoire avec les propriétés de base d'un modèle input-output en production simple (Malinvaud [1955]), à savoir le fait que chaque branche produise un seul bien, alors que chaque bien est produit par une seule branche. Par ailleurs, et même si l'on écarte ce problème, la définition de l'inverse du théorème de non-substitution est bien difficile à admettre. En effet, si l'on retient la définition du théorème donnée par Morishima [1964], il appa-

raît que l'on doit abandonner l'hypothèse de concurrence parfaite à l'intérieur de la structure économique ainsi décrite. Or un tel abandon se paierait par la suite de l'impossibilité pure et simple de faire fonctionner le modèle tel qu'il est décrit plus haut, le rejet de l'hypothèse de concurrence parfaite pouvant conduire, à titre d'exemple, à l'érection de barrières à l'entrée dans les branches, quand il ne s'agit pas de pouvoirs de monopole impliquant des prix supérieurs au coût marginal. Enfin, point n'est besoin de s'apesantir sur le contenu empirique d'une proposition visant à établir que tous les inputs sont de purs substitués, ce qui est clairement sans aucune signification au niveau appliqué.

CONCLUSION

Le texte ci-dessus avait pour objectif d'estimer les possibilités d'utilisation du modèle d'offre dans un cadre dynamique, en déterminant les limites de validité théorique et empirique d'une approche fondée sur un tel formalisme. Après avoir présenté, dans une première partie, le modèle et ses différentes utilisations (analyses d'impact sectoriel, multiplicateurs d'offre et analyse structurelle) on s'est attaché à montrer que cette modélisation présentait un certain nombre de limites. Il apparaît, en particulier, que la conception du modèle d'offre comme fonctionnant de manière identique au modèle Leontief (quantités valorisées et mêmes hypothèses fondatrices) est impossible à tenir car elle implique des évolutions économiques aberrantes. La troisième partie de l'article est consacrée à la présentation de trois reformulations de modèle d'offre abandonnant l'option précédente. Ces dernières se révèlent cependant toutes problématiques, qu'il s'agisse de modèles de prix ou de quantités (valorisées), reposant sur des coefficients de débouchés stables ou variables : quelle que soit la solution retenue, aucune de ces formulations n'est en mesure de rendre compte de la simulation d'un choc exogène et de ses répercussions dynamiques à l'intérieur de la structure de production d'une économie.

Trois reformulations : autant d'échecs. Les fondements du modèle d'offre ne semblent pas encore clairement établis et l'on peut, à bon droit, s'interroger sur sa pertinence théorique. Pour autant, est-il totalement injustifié d'utiliser ce dernier dans des études appliquées ? Nous ne le pensons pas, à condition toutefois que soient respectées certaines conditions drastiques d'utilisation. On peut considérer en effet que, appliqué dans un cadre statique, le modèle ghoshien constitue une bonne base de travail pour l'étude des relations structurelles existant entre les différentes composantes d'une structure productive (comme le font, par exemple, de manière implicite Bellet, Vincent et Lallich, [1990] ou Mougeot, Duru et Auray, [1977]), les relations ainsi étudiées ne nécessitant pas le recours à une fonction de production mais reposant sur des liaisons purement mécaniques. Si la réponse aux utilisations en dynamique est plus complexe, on peut toutefois suggérer deux éventualités. Il semble ainsi admissible d'accepter les chocs mineurs, qui induisent peu de changement au niveau de la structure

des coefficients de débouchés et conduisent à des modifications légères n'impliquant pas de substitutions importantes entre les inputs (cette procédure s'apparente en fait à l'hypothèse implicite de non-variation des coefficients de la matrice A du modèle Leontief dans les analyses en termes de *backward linkages*). Une autre solution, de nature directement empirique, consiste, à l'instar de Rose et Allison [1989], ou de Chen et Rose [1989], à procéder à des tests empiriques consistant à démontrer que les coefficients de débouchés sont en fait sujets à des taux très faibles de variation et peuvent être ainsi utilisés sans grands risques d'erreurs. Cependant, quelle que soit l'option retenue, il n'en reste pas moins que, en l'état actuel de nos connaissances et au vu des difficultés à munir le modèle miroir de fondements solides, toute prétention de type théorique doit être abandonnée dans cette approche.

Face à ce problème, on peut avancer deux solutions, qui constituent autant de pistes pour des recherches futures. La première consiste à tenter à nouveau d'améliorer la plausibilité du modèle d'offre en y adjoignant une matrice de capital et un vecteur de coefficients d'emploi, afin de simuler des circuits plus complexes d'affectation des ressources primaires. La seconde, plus radicale mais peut-être également plus prometteuse, revient à explorer des voies de recherches qui paraissent intéressantes pour les applications de la dynamique multisectorielle. On se bornera ici à évoquer la matrice d'activité des secteurs verticalement intégrés de Pasinetti, dont les caractéristiques remarquables ont récemment été mises en évidence par I. Steedman [1989], ou la récente controverse sur l'interprétation du modèle dynamique de Leontief, en termes d'effets de type *forward* ou *backward looking* (A. Steenge [1990]).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUGUSTINOVICS M. [1970], « Methods of International and Intertemporal Comparisons of Structure », dans CARTER A.-P. et BRODY A. (eds), *Contributions to Input-Output Analysis*, Amsterdam, North-Holland.
- BELLET M., LALLICH S., VINCENT M. [1990], « Noyaux, filières et complexes industriels dans le système productif », *Revue économique*, 41 (3), p. 481-500.
- BON R. [1986], « Comparative Stability Analysis of Demand-Side and Supply-Side Input-Output Models », *International Journal of Forecasting*, 2, p. 231-235.
- BON R. [1989], « Qualitative Input-Output Analysis » dans MILLER R.E., POLENSKE K.R. et ROSE A.Z. (eds), *Frontiers of Input-Output Analysis*, New York, Oxford University Press.
- BULMER-THOMAS V. [1982], *Input-Output Analysis in Developing Countries*, Londres, J. Wiley & Sons.
- CARTER A.P. [1990], « Upstream and Downstream Benefits of Innovation », *Economic Systems Research*, 2 (3), p. 241-258.

- CELLA G. [1988], « The Supply Side Approaches to Input-Output Analysis : an Assessment », *Ricerche Economica*, 42 (3), p. 433-451.
- CHEN C.Y., ROSE A.Z. [1989], « The Joint Stability of Input-Output Production and Allocation coefficients » dans PETERSON A.W. (ed.), *Proceedings of the Eight International Conference on Input-Output Techniques*, New York, Oxford University Press.
- CRONIN F.J. [1984], « Analytical Assumptions and Causal Ordering in Interindustry Modeling », *Southern Economic Journal*, 51, p. 521-529.
- DORFMAN L.R., SAMUELSON P.A., SOLOW R.M. [1962], *Programmation linéaire et gestion économique*, Paris, Dunod.
- DUCHIN F., LANGE G.M. [1992], « Technological Choices, Prices and Their Implications for the US Economy 1963-2000 », *Economic Systems Research*, 4 (1), p.53-76.
- DUCHIN F., SZYLD D. [1985], « A Dynamic Input-Output Model with Assured Positive Output », *Metronomica*, 37 (3), p. 269-282.
- GALE L.D. [1960], *The Theory of Linear Economic Models*, New York, McGraw-Hill.
- GAZON J. [1989], « Analyse de l'interdépendance industrielle par la méthodologie structurale », *Économie appliquée*, 42 (4), p. 133-163.
- GHOSH A.A. [1958], « Input-Output Approach in an Allocation System », *Economica*, 25, p. 58-64.
- GIARRATANI F. [1976], « Application of an Interindustry Supply Model to Energy Issues », *Environment and Planning A*, 8, p. 447-454.
- GRUVER G.W. [1989], « On the Plausibility of the Supply- Driven Input-Output Model : a Theoretical Basis for Input-Output coefficient Change », *Journal of Regional Science*, 29 (3), p. 441-450.
- HOOVER E. [1971], *An Introduction to Regional Economics*, New York, KNOFF A.A.
- HIRSCHMAN A.O. [1968], *Stratégie du développement économique*, Paris, Éditions ouvrières.
- HOLUB H.W., TAPPEINER G. [1989], « Structural Consequences of Different Models of Transformation in the SNA », dans FRANZ A. et RAINER N. (eds), *Compilation of Input-Output Data*, Vienne, Orac-Verlag.
- JONES L.P. [1976], « The Measurement of Hirschmanian Linkages », *Quarterly Journal of Economics*, 90 (2), p. 323-333.
- KALMBACH P., KURZ H.D. [1990], « Micro-Electronics and Employments : a Dynamic Input-Output Study of the West German Economy », *Structural Change and Economic Dynamics*, 1 (2), p. 371-386.
- LANCASTER K. [1968], *Mathematical Economics*, Londres, Macmillan.
- LANTNER R. [1974], *Théorie de la dominance économique*, Paris, Dunod.
- LOVISCEK A.L. [1982], « Industrial Cluster Analysis-Backward or Forward Linkages ? », *Annals of Regional Science*, 16, p. 36-47.
- MCGILVRAY J. [1989], *Supply-driven Input-Output Models*, Mimeo, University of Strathclyde, août.
- MALINVAUD E. [1955], « Agregation Problems in Input-Output Models », dans BARNA T. (ed.), *The Structural Interdependence of the Economy*, New York, J. WILEY & Sons.
- DE MESNARD L. [1991], *Dynamique de la structure industrielle française*, Paris, Economica.
- MILLER R.E., BLAIR P.D. [1985], *Input-Output Analysis : Foundations and Extensions*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, New York.
- MOLINS-YSAL G. [1967], *Les applications du multiplicateur matriciel à l'analyse économique*, thèse, Toulouse.
- MORISHIMA M. [1964], *Equilibrium, Stability and Growth*, Oxford, Oxford University Press.

- MOUGEOT M., DURU G., AURAY J.-P. [1977], *La structure productive française*, Paris, Economica.
- OOSTERHAVEN J. [1988], « On the Plausibility of the Supply-Driven Input-Output Model », *Journal of Regional Science*, 28 (2), p. 203-217.
- OOSTERHAVEN J. [1989], « The Supply-Driven Input-Output Model : a New Interpretation but Still Implausible », *Journal of Regional Science*, 29 (3), p. 459-465.
- RASMUSSEN N. [1957], *Studies in Inter-Sectoral Relations*, Amsterdam, North Holland.
- ROSE A., ALLISON T. [1989], « On the Plausibility of the Supply-Driven Input-Output Model : Empirical Evidence on Joint Stability », *Journal of Regional Science*, 29 (3), p. 451-458.
- ROSE A., MIERNYK W. [1989], « Input-Output Analysis : The First Fifty Years », *Economic Systems Research*, 1 (2), p. 229-271.
- SCHULTZ S. [1977], « Approaches to Identify Key Sectors Empirically by Means of Input-Output Analysis », *Journal of Development Studies*, 14, p. 77-96.
- SHAO G., MILLER E. [1990], « Demand-Side and Supply-Side Commodity-Industry Multiregional Input-Output Models and Spatial Linkages in the US Regional Economy », *Economic Systems Research*, 2 (4), p. 385-405.
- SONIS M., HEWINGS J.D. [1992], « Coefficient Changes in Input-Output Models : Theory and Applications », *Economic Systems Research*, 4 (2), p. 143-157.
- STEEDMAN I. [1989], « On Pasinetti's « G » Matrix », *Metronomica*, 40 (1), p. 3-15.
- STEENGE A. [1990], « Instability Problems in the Dynamics Leontief Model : An Economic Explanation », *Economic Systems Research*, 2 (4), p. 357-361.
- TORRE A. [1988], « Le rôle du secteur public industriel dans le système productif français : une étude en termes d'influence productive », *Revue d'économie industrielle*, 46, p. 34-54.
- YOTOPOULOS P.A., NUGENT J.B. [1973], « A Balanced Growth Version of the Linkage Hypothesis : a Test », *Quarterly Journal of Economics*, 87 (2), p. 157-171.