

Expériences en vue de la construction d'un tableau input-output pour la Suisse*

Par Gabrielle Antille et Erminio Baranzini, Genève

Sommaire

1. Introduction
2. Le cadre théorique de référence
3. La méthode de double proportionnalité dans le cas de la Suisse
4. Analyse des résultats
5. Données de base : sources et élaboration
6. Annexe
7. Références bibliographiques

1. Introduction

Dans tout effort de compréhension et d'analyse de la réalité économique, ainsi qu'en vue de l'exploration à terme, le rôle des tableaux d'échanges interindustriels est essentiel et leur intérêt n'est plus, à l'heure actuelle, à souligner. Ils constituent, en effet, le cadre de cohérence fondamental sur lequel repose nécessairement toute approche économique globale.

Ces dernières années, la plupart des pays ont établi des tableaux input-output. Ce n'est pas le cas de la Suisse, pour laquelle l'information de base nécessaire à la construction de telles matrices est encore nettement insuffisante.

La présente étude est une première contribution à la construction d'un tableau input-output pour la Suisse¹. Il s'est agi d'exploiter au mieux l'information partielle actuellement disponible, en la complétant par des données concrètes.

* Cet article résume le rapport « Expériences en vue de la construction d'un tableau input-output pour la Suisse » (cf. [1]) qui a fait l'objet d'une communication lors de l'Assemblée annuelle de la Société suisse de statistique et d'économie politique, qui s'est tenue à Neuchâtel les 16 et 17 avril 1971. On pourra s'y reporter pour une présentation plus complète.

¹ Les travaux dont il est rendu compte ici s'insèrent dans le cadre du *Projet Suisse* qui a pour but l'élaboration et la quantification d'un modèle d'exploration à terme. Ces recherches, que poursuivent en commun le *Département d'économie appliquée de l'Institut Battelle de Genève* et le *Centre d'économétrie de l'Université de Genève*, sont dirigées par les professeurs *Emilio Fontela* et *Luigi Solari*, à qui elles doivent beaucoup.

tes déduites de celles qui sont connues pour d'autres pays. On s'est ainsi efforcé d'adapter au contexte suisse, l'essentiel d'une connaissance structurelle quantitative extérieure.

Soulignons encore que, en dépassant ces préoccupations spécifiques, cette étude apporte également une contribution à l'analyse différentielle des structures interindustrielles par pays.

2. Le cadre théorique de référence

La méthode qui a été retenue pour la construction d'une matrice input-output pour la Suisse, fait appel aux relations du modèle statique ouvert de *Leontief*, ainsi qu'à la méthode de mise à jour des matrices qui porte le nom de « méthode RAS » (ou méthode de double proportionnalité).

Soit² A la matrice des coefficients techniques, a_{ij} étant le flux du secteur i au secteur j , par unité de production du secteur j ; soit x le vecteur de l'output total (on dira aussi de la production totale), v le vecteur de la valeur ajoutée et γ le vecteur de la demande finale. On rappelle que la valeur ajoutée v d'un secteur comprend les salaires et traitements, les intérêts du passif (sur le capital étranger) et les loyers, les bénéfices distribués et non distribués, ainsi que les amortissements. La demande finale γ comprend les éléments suivants: dépenses des consommateurs en biens et services, dépenses courantes de l'Etat et des Assurances sociales en biens et services, formation de capital fixe et variations de stocks, ventes et achats de biens et services à l'étranger. L'output total x comprend alors les consommations intermédiaires et la demande finale.

La relation fondamentale du modèle de *Leontief* s'écrit:

$$\gamma = (I - A)x, \quad (1)$$

de laquelle on tire:

$$v = (I - \hat{a})(I - A)^{-1}\gamma = B\gamma \quad (2)$$

où

$$a = A'v. \quad (3)$$

² Les vecteurs et les scalaires sont désignés par des lettres minuscules. Les vecteurs sont toujours écrits en colonne; les vecteurs-ligne s'en déduisent par transposition.

Le signe ' est le symbole de transposition d'un vecteur ou d'une matrice. i et o désignent respectivement le vecteur unité et le vecteur nul. Les matrices sont indiquées par des lettres majuscules.

On désigne par $\hat{a}$ une matrice diagonale dont les éléments non nuls sont, dans l'ordre, ceux du vecteur a .

Les éléments d'une matrice A seront désignés par a_{ij} ; les éléments correspondant de la matrice inverse A^{-1} par a^{ij} .

La première relation relie la demande finale y et l'output total x , tandis que la deuxième relie la valeur ajoutée v et la demande finale y . Les éléments b_{ij} de la matrice B s'interprètent dès lors de la façon suivante: b_{ij} est la valeur ajoutée du secteur i mise en jeu pour satisfaire une demande finale unitaire du secteur j . On remarque que la matrice B est à éléments positifs, comme il résulte de sa définition et que

$$t'B = t', \quad (4)$$

ainsi que

$$t'B^{-1} = t'.$$

Etant donné cette relation, il n'est pas possible d'identifier la matrice A à partir de B sans imposer des contraintes sur les éléments de A . On pourra, par exemple, imposer que les éléments de la diagonale de A soient nuls:

$$a_{ii} = 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad (5)$$

d'où

$$A = I - B^{-1}(\hat{b})^{-1}, \quad (6)$$

où $\hat{b}$ est la matrice diagonale dont les éléments non nuls sont les éléments b^{ii} de la diagonale de B^{-1} .

La construction d'une matrice input-output étant une tâche onéreuse et longue, des méthodes mécaniques de mise à jour de matrices existantes ont été élaborées par plusieurs auteurs. La méthode la plus connue et la plus appliquée est celle qui a été proposée par Stone et qui porte le nom de méthode RAS (ou de double proportionnalité) (cf. [2]³, [24] et [15], Elle s'applique de la façon suivante.

Disposant d'une matrice $A(0)$ pour l'époque 0 et des marginales pour l'époque 1 (input intermédiaire $t'A(1)\hat{x}(1)$ et output intermédiaire $A(1)\hat{x}(1)t$), on peut déterminer une matrice $A(1)$ qui satisfait les marginales données, ainsi que la relation

$$A(1) = \hat{r} \cdot A(0) \cdot \hat{s}, \quad (7)$$

c'est-à-dire, pour chaque élément $a_{ij}(1)$:

$$a_{ij}(1) = r_i \cdot a_{ij}(0) \cdot s_j, \quad (8)$$

d'où le nom de RAS (ou de double proportionnalité).

³ Les chiffres entre crochets renvoient aux références bibliographiques.

Pour obtenir la nouvelle matrice $A(1)$, on multiplie donc chaque ligne de la matrice de départ par un coefficient r_i et chaque colonne par un coefficient s_j . Les coefficients r_i et s_j s'interprètent alors comme étant la résultante de deux effets :

- d'un effet de substitution parmi les consommations intermédiaires, qui se manifeste en ligne (coefficient r_i);
- d'un effet de fabrication qui mesure les changements dans la proportion des apports en valeur ajoutée; cet effet se manifeste en colonne (coefficient s_j).

On peut envisager une application de cette méthode de mise à jour dans le but de déduire, par exemple, la matrice pour l'époque 1 de la matrice – connue – pour l'époque 0 pour un pays donné. C'est l'application la plus courante de la méthode. On peut aussi envisager de déduire, pour une même année, la matrice pour un pays B de la matrice connue d'un pays A . Cette application a été envisagée pour étudier la structure économique de plusieurs pays par *Paelinck*; cf. [20].

D'après les tests effectués, les conclusions quant à la validité de la méthode ont été satisfaisantes, surtout si l'on se limite à des projections, pour un même pays, ne dépassant pas 5 ans. La méthode présente néanmoins certains points faibles, dont il faut tenir compte.

En conclusion, la méthode RAS permet de disposer dans un court délai de matrices d'entrées-sorties de qualité suffisante pour le degré de précision requis par les applications courantes. Elle a l'avantage de se prêter facilement à un traitement sur ordinateur⁴. L'estimation de la matrice $A(1)$ se fait en effet par une procédure itérative, qui ne prend que quelques secondes pour une matrice 18×18 .

3. La méthode de double proportionnalité dans le cas de la Suisse

Etant donné le peu de statistiques disponibles, il a été impossible d'appliquer la méthode de la double proportionnalité, sous sa forme la plus connue, au cas de la Suisse. En ne disposant que des vecteurs de la valeur ajoutée (v) et de la demande finale (y), ainsi que du vecteur des importations (m), c'est à partir de la liaison entre v et y qu'il faut explorer les possibilités d'une application de la méthode. D'après la relation (2), on a :

$$v = By, \quad (9)$$

avec

$$B = (I - \hat{a}) (I - A)^{-1}. \quad (10)$$

⁴ Les calculs ont été effectués sur l'ordinateur CDC 5800 du Centre cantonal d'informatique de Genève.

On peut donc envisager d'appliquer la méthode de la double proportionnalité à partir de la relation (9). Toutefois, les conditions d'application, décrites au point précédent, ne sont pas satisfaites, du fait que le vecteur y n'est pas non négatif. Ceci est dû à la définition de la demande finale y , qui n'inclut pas les importations. Si, au lieu de y on considère $\bar{y} = y + m$, on est assuré d'avoir $\bar{y} > 0$. Pour que la relation comptable

$$\iota' y = \iota' v \quad (11)$$

soit respectée, il faut considérer $\bar{v} = v + m$ à la place de v .

On pose alors:

$$\bar{y} = y + m \quad \text{et} \quad \bar{v} = v + m, \quad (12)$$

d'où

$$\iota' \bar{y} = \iota' \bar{v}. \quad (13)$$

La relation (9) devient alors:

$$\bar{v} = \bar{B} \bar{y}, \quad (14)$$

avec

$$\bar{B}^{-1} = (B^{-1} + \hat{k}) \hat{v} \hat{v}^{-1}, \quad (15)$$

où

$$k = \hat{v}^{-1} m. \quad (16)$$

On vérifie immédiatement que l'on a

$$\iota' \bar{B} = \iota'. \quad (17)$$

On peut dès lors envisager la procédure d'estimation suivante. On se donne la matrice B_P pour un pays P . On définit la matrice $\bar{B}_P$:

$$\bar{B}_P^{-1} = (B_P^{-1} + \hat{k}_S) \hat{v}_S \hat{v}_S^{-1}, \quad (18)$$

où les indices S désignent les vecteurs suisses connus. Par la méthode de double proportionnalité définie au point précédent, on détermine la matrice $\bar{B}_S$ pour la Suisse, telle que:

$$\bar{B}_S = \hat{r} \bar{B}_P \hat{s}, \quad (19)$$

sous les contraintes

$$\bar{B}_S = \hat{g}_S \iota = \bar{v}_S, \quad (20)$$

$$\iota' \bar{B}_S \hat{g}_S = \bar{y}'_S. \quad (21)$$

A l'aide de la relation de définition (15), on peut identifier B_S^{-1} :

$$B_S^{-1} = \bar{B}_S^{-1} \hat{v}_S \hat{v}_S^{-1} - \hat{k}_S. \quad (22) \quad 687$$

Comme on l'a signalé plus haut, A_S ne peut être identifiée à partir de B_S^{-1} que si l'on se donne un vecteur de contraintes sur A_S . On posera ici $a_{S,\bar{u}} = 0$, $i = 1, \dots, n$, car la matrice A_P de laquelle on a déduit B_P est à termes diagonaux nuls. On aura alors (cf. la relation (6)) :

$$A_S = I - B_S^{-1}(\hat{b}_S)^{-1}, \quad (23)$$

où $\hat{b}_S$ est la matrice diagonale dont les éléments non nuls sont les éléments b_S^{ii} de la diagonale de B_S^{-1} .

On a remarqué que la matrice B_P est positive (cf. point 2). On peut aussi démontrer, à l'aide du théorème de *Frobenius* (cf. [18], p. 118), que la matrice $\bar{B}_P$ est à éléments positifs.

On a ainsi pu établir une procédure, inspirée de la méthode de la double proportionnalité, qui permet d'estimer la matrice des coefficients techniques A d'un pays à partir de la matrice des coefficients de valeur ajoutée B d'un autre pays et de la connaissance des vecteurs de la demande finale et de la valeur ajoutée (modifiés pour tenir compte des importations). Les matrices B et A ainsi obtenues satisfont les hypothèses de positivité et d'indécomposabilité, pour autant que ce soit le cas pour la matrice de départ.

L'interprétation de la spécification de la méthode de double proportionnalité proposée pour la Suisse doit tenir compte des deux aspects de sa formulation :

- a) de l'hypothèse de double proportionnalité de la matrice $\bar{B}_S$ des coefficients de valeur ajoutée ;
- b) de sa répercussion sur la matrice A_S des coefficients techniques de la Suisse.

Aucune étude empirique comparable à celle faite par *Paelinck* au sujet des matrices A pour les pays du Marché commun (cf. [20]) n'a pu être envisagée dans le cadre de ce travail. On se bornera, pour répondre aux deux questions posées ci-dessus, à interpréter sommairement la procédure proposée et à mettre en lumière quelques-unes de ses conséquences les plus immédiates.

- a) L'interprétation de la double proportionnalité pour la matrice des coefficients techniques, ainsi que l'interprétation de la matrice B ont été présentées au point 2. La matrice $\bar{B}$ introduite ci-dessus s'interprète dès lors comme la matrice des coefficients de valeur ajoutée, dans laquelle l'effet des importations a été distribué parmi les secteurs. En particulier, le coefficient $\bar{b}_{ij}$ s'interprète comme la quantité de valeur ajoutée plus

importations ($\bar{v}_i$) du secteur i mise en jeu pour satisfaire une unité de demande finale $\bar{y}_j$ (avec $\bar{y} = y + m$).

Les coefficients r_i du secteur i permettent alors de modifier la répartition de la valeur ajoutée plus importations mise en jeu pour satisfaire $\bar{y}_i$. De leur côté, les coefficients s_j modifient le contenu en valeur ajoutée plus importations de la demande finale $\bar{y}_j$. Par analogie à ce qui a été indiqué au point 2, on peut parler ici aussi d'effet de substitution (coefficient r_i) et d'effet de fabrication (coefficient s_j).

Après avoir essayé d'interpréter la signification de la méthode de la double proportionnalité appliquée à la matrice B , il convient de donner une justification globale de la méthode d'estimation proposée. En premier lieu, on remarque que la matrice $\bar{B}_P^{-1}$, définie par la relation (18), représente la matrice du pays P de départ, modifiée pour tenir compte de la structure des importations suisses (facteur k_S). C'est à partir de cette matrice que l'on applique la méthode de la double proportionnalité.

- b) On démontre ensuite que la procédure proposée est équivalente à la procédure qui considère une première approximation du vecteur x_S par le vecteur $x_{S,P}$ déduit de la valeur ajoutée v_S à l'aide de la matrice A_P . Cette matrice est ensuite modifiée pour tenir compte des importations. La méthode de double proportionnalité est ensuite appliquée à la matrice B_P qui se déduit de la matrice A_P modifiée (cf. [1], pp. 19 et ss.).

On peut démontrer en outre, que la méthode de double proportionnalité appliquée à la matrice $\bar{B}_P$ donne, pour la matrice A_S des coefficients techniques, une matrice qui se déduit de A_P par la méthode de double proportionnalité; toutefois, les vecteurs de mise à jour dépendent des vecteurs correspondant qui permettent le passage de $\bar{B}_P$ à $\bar{B}_S$.

Une remarque s'impose quant à la validité de la méthode employée. On peut penser *a priori* que les matrices $\bar{B}_P$ diffèrent sensiblement selon les pays. Comme l'interprétation de $\bar{B}_P$ l'indique, la part plus ou moins grande d'importations, ainsi que la structure productive vont différencier les pays. Ce fait est confirmé par l'analyse empirique des matrices $\bar{B}_P$ des pays du Marché commun.

Il est dès lors vraisemblable que le fait d'appliquer la méthode de double proportionnalité donnera des résultats encore moins satisfaisants que ceux qu'on pourrait obtenir en appliquant cette méthode à la matrice A_P des coefficients techniques. Par ailleurs, les expériences faites par *Paelinck* montrent que les résultats obtenus en déduisant la matrice A de celle d'un autre pays sont peu satisfaisants, du fait que l'hypothèse de double proportionnalité n'arrive pas à rendre compte de façon complète des différences entre les structures économiques nationales (à ce sujet, cf. [20]).

4. Analyse des résultats

A partir des 6 matrices des coefficients techniques de la Belgique-Luxembourg, de la France, de l'Italie, des Pays-Bas, de la République fédérale allemande et du Marché commun (pour 1959), on a estimé 6 matrices des coefficients techniques pour la Suisse (pour l'année 1967). L'estimation a été faite d'après la procédure décrite au point 3. Les 6 matrices pour la Suisse comportent 18 secteurs (numérotés de 1 à 18).

Les 6 matrices de départ des coefficients techniques et des consommations intermédiaires, dans la version originale en 37 secteurs et dans l'agrégation en 18 secteurs, sont consignées dans le Document de travail CE/15/7/70 du Centre d'économétrie (cf. [6]).

Dans le Document de travail CE/1/12/70 du Centre d'économétrie (cf. [7]), on trouve les 6 matrices estimées pour la Suisse (consommations intermédiaires et coefficients techniques), ainsi que le détail des résultats des calculs qui ont servi pour les analyses dont il est question dans la suite. On y trouve en particulier:

- a) les moyennes, les écarts quadratiques moyens et les coefficients de variation des matrices du Marché commun et des matrices suisses;
- b) les indicateurs d'éloignement entre matrices;
- c) les coefficients servant à la comparaison des structures des matrices des consommations intermédiaires;
- d) les données relatives à la triangularisation des matrices des consommations intermédiaires.

En annexe, au tableau 2, on trouvera un exemple de matrice des coefficients techniques pour la Suisse: il s'agit de la matrice déduite de la matrice de l'ensemble du Marché commun. On aura soin de ne pas attacher une signification particulière au choix de cette matrice, du fait que des raisons de place nous empêchent de reproduire les 6 matrices obtenues. On se référera au rapport (cf. [1]) pour avoir les autres matrices.

Avant d'analyser en détail certaines propriétés des 6 matrices pour la Suisse, il est intéressant d'essayer d'en retirer une première impression d'ensemble.

Le tableau 3.3 du rapport [1] présente les coefficients d'importation k_s , ainsi que la demande finale, la valeur ajoutée et les importations, à l'aide desquels on a procédé à l'estimation des matrices pour la Suisse. On remarque que les valeurs des coefficients sont très dispersées (0,002 le minimum, 4,699 le maximum); la même constatation peut être faite pour les autres pays. De plus, les coefficients par secteur diffèrent sensiblement d'un pays à l'autre. Ce fait, comme on l'a souligné au point 3, affaiblit quelque peu la portée opératoire de la méthode de double proportionnalité appliquée à la matrice $\bar{B}_p$.

Cette hypothèse est d'ailleurs confirmée, par l'analyse des vecteurs x de la production totale (cf. le tableau 3.4 de [1]). L'intervalle dans lequel se situent les composantes des vecteurs x est loin d'être négligeable. Il varie d'un secteur à l'autre, même en valeur relative. Le vecteur déduit de la matrice des Pays-Bas (et en moindre mesure celui déduit de la matrice de la République fédérale allemande) tend à représenter la limite supérieure de l'intervalle. L'autre limite n'est représentée par aucun pays particulier.

On remarque que le vecteur x déduit de la matrice du Marché commun ne se trouve jamais sur les limites: on aurait, par cette constatation, le sentiment que le Marché commun représente bien l'élément « moyen » dans l'ensemble des 6 matrices considérées.

Lorsqu'on examine les 6 matrices suisses des coefficients techniques, on s'aperçoit que les éléments individuels diffèrent d'une matrice à l'autre, de façon plus ou moins grande. La même constatation vaut pour les rapports entre valeur ajoutée et production totale. Cette analyse naïve sera confirmée par la suite à l'aide d'examens plus poussés de certaines caractéristiques. Néanmoins, on ne peut pas dire *a priori* que l'une ou l'autre des matrices A_S est « la meilleure » ou est à exclure, si l'on prend comme critère son adéquation à « la réalité » de l'économie suisse pour l'année 1967.

Il est dès lors inutile de s'attarder sur la comparaison des valeurs des différents coefficients individuels, dont l'information ayant un contenu opératoire précis est très réduite.

Afin d'avoir une première vision d'ensemble des différences entre les 6 matrices des coefficients techniques pour la Suisse, déduites des pays du Marché commun, il est apparu intéressant de calculer la moyenne μ_{ij} , l'écart quadratique moyen σ_{ij} et le coefficient de variation c_{ij} pour chaque élément. On a donc:

$$\mu_{ij} = \frac{1}{6} \sum_K a_{K,ij},$$

$$\sigma_{ij} = \sqrt{\frac{1}{6} \sum_K (a_{K,ij} - \mu_{ij})^2},$$

$$c_{ij} = \sigma_{ij} / \mu_{ij}, \quad \text{avec } i, j = 1, \dots, 18,$$

où $a_{K,ij}$ est l'élément (i, j) de la K -ème matrice.

L'analyse des coefficients de variation obtenus conduit aux constatations suivantes:

- a) ces coefficients sont très dispersés. Une certaine structure de leur dispersion peut cependant être établie si on les étudie par ligne; en effet, les lignes correspondant au secteur 12 (Horlogerie, bijouterie) et, dans une moindre mesure, aux secteurs 3 (Alimentation, boissons, tabac) et 5 (Bois, liège) présentent les coefficients les plus élevés, alors que les coefficients les plus faibles se trouvent dans les lignes correspondant aux secteurs 9 (Chimie) et 14 (Electricité, gaz, eau). Un tel phénomène n'est absolument pas sensible si on étudie les coefficients par colonne⁵;
- b) les coefficients de variation des matrices suisses et des matrices du Marché commun sont proches deux à deux. On ne peut cependant, de cette proximité, tirer une conclusion relative à une hiérarchie entre les coefficients pour la Suisse et ceux pour le Marché commun. En effet, l'inégalité $c_{ij}^{(MC)} > c_{ij}^{(CH)}$, $i, j = 1, \dots, 18$, n'est pas systématiquement vérifiée (cf. [1], tableau 3.9).

Dans le but d'obtenir des renseignements sur l'éloignement des différentes matrices des coefficients techniques, on a considéré les 4 indicateurs suivants:

$$d_1(A_1, A_2) = \sum_{i,j} a_{1,ij} \ln \left[\frac{a_{1,ij}}{a_{2,ij}} \right],$$

$$d_2(A_1, A_2) = \sum_{i,j} \left| \frac{a_{1,ij}}{a_{2,ij}} - 1 \right|,$$

$$d_3(A_1, A_2) = \frac{\sum_{i,j} |a_{1,ij} - a_{2,ij}|}{\frac{1}{2} \sum_{i,j} |a_{1,ij} + a_{2,ij}|},$$

$$d_4(A_1, A_2) = \sqrt{\sum_{i,j} (a_{1,ij} - a_{2,ij})^2}.$$

Ces indicateurs permettent d'étudier, d'une part, l'éloignement minimal d'une matrice par rapport à un ensemble d'autres matrices; d'autre part, la hiérarchie des distances par rapport à une matrice donnée. Les indicateurs d_3 et d_4 ont été utilisés pour cette étude; de la lecture de plusieurs tableaux présentés dans [1]⁶, on peut tirer les renseignements suivants:

⁵ Cf. [1], tableaux 3.5 et 3.6.

⁶ Cf. tableaux 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 et 3.15.

- la matrice du Marché commun (et celle qui s'en déduit pour la Suisse) est toujours la plus proche de tout autre matrice des pays du Marché commun (et de celles qui s'en déduisent pour la Suisse).

Ce fait peut s'interpréter dans le sens que, la matrice du Marché commun représentant une « moyenne » des matrices des 5 pays, la matrice qui s'en déduit pour la Suisse représente aussi la matrice « moyenne » des matrices suisses;

- la matrice du Marché commun est plus proche de tout autre matrice des 5 pays du Marché commun que la matrice suisse qui se déduit de celles-ci;
- la matrice déduite du Marché commun est plus proche de chaque matrice suisse que la matrice de départ.

En ce qui concerne la hiérarchie des distances par rapport à une matrice donnée, on constate que l'ordre selon lequel se classent les indicateurs d_3 et d_4 entre les matrices des pays du Marché commun coïncide presque toujours avec l'ordre correspondant des matrices pour la Suisse (cf. [1], tableaux 3.16 et 3.17).

Ces observations nous permettent de dire que les matrices des coefficients techniques de la Suisse conservent certaines propriétés, quant à leur éloignement, que l'on trouvait déjà dans les matrices du Marché commun.

Une autre étude a été envisagée, basée sur la différence entre l'éloignement, de deux matrices des pays du Marché commun et les matrices suisses qui s'en déduisent.

L'analyse de ces différences conduit à penser que les matrices de la Suisse sont plus proches entre elles que les matrices des pays du Marché commun; la procédure employée pour obtenir les matrices des coefficients techniques tend donc à donner des matrices moins dispersées que les matrices de départ.

Deux indicateurs ont été proposés par *Chenery* et *Watanabe* (cf. [9]) et *Watanabe* (cf. [26]) afin d'étudier la structure productive sous-jacente aux matrices des consommations intermédiaires. Ces indicateurs sont:

$$u_j = \sum_i x_{ij} / x_j,$$

et

$$w_i = \sum_j x_{ij} / x_i,$$

où x_{ij} est l'élément (i, j) de la matrice X des flux de consommations intermédiaires et x_i est la i -ème composante du vecteur de l'output total.

Le coefficient u_j mesure ainsi la part des achats d'input intermédiaires par le secteur j dans le total de la production du secteur, alors que le coefficient w_i représente la proportion des ventes intermédiaires.

Ces deux indicateurs nous amènent à classer les secteurs en quatre catégories:

- les secteurs à production primaire intermédiaire (u faible, w élevé);
- les secteurs à production manufacturière intermédiaire (u élevé, w élevé);
- les secteurs à production manufacturière finale (u élevé, w faible);
- les secteurs à production primaire finale (u faible, w faible).

C'est en comparant les coefficients w_i et u_j à des indicateurs moyens $\bar{w}$ et $\bar{u}$, déterminés pour l'ensemble de l'économie, que l'on peut classer les secteurs dans l'un des quatre types mentionnés ci-dessus. Pour les matrices suisses et les matrices des pays du Marché commun, on obtient, en moyenne, les résultats suivants:

Type I: Agriculture; Mines et carrières; Banques, assurances; Transports.

Type II: Bois et liège; Papier; Arts graphiques; Chimie; Electricité.

Type III: Alimentation; Bâtiment.

Type IV: Services divers.

La structure hiérarchique des échanges interindustriels peut être étudiée à l'aide de la matrice des consommations intermédiaires, réduite à une forme triangulaire.

Afin de réarranger les matrices obtenues jusqu'à la forme la plus proche d'une matrice triangulaire supérieure, on a envisagé de rendre maximum la somme des consommations intermédiaires au-dessus de la diagonale principale. La procédure utilisée est décrite dans [16].

Divers coefficients peuvent être calculés dans le but de faciliter l'analyse de la triangularisation des matrices des consommations intermédiaires. Le degré de linéarité (λ), par exemple, défini comme le rapport de la somme maximale des consommations intermédiaires au-dessus de la diagonale principale à la somme totale, permet de mesurer le niveau de la triangularisation. On remarque que les 6 matrices de la Suisse ne peuvent être triangularisées qu'à un assez faible degré, alors que les matrices des 6 pays du Marché commun donnent des coefficients λ plus élevés.

Sur la base des matrices quasi-triangulaires obtenues, on peut distinguer deux groupes de secteurs:

- ceux qui dépendent des autres secteurs pour leurs ventes; ce sont: Papier; Banques, assurances; Arts graphiques; Cuir, caoutchouc; Mines, carrières; Transports; Commerce;
- ceux qui dépendent des autres secteurs pour leurs achats; ce sont: Services divers et Alimentation.

Ces résultats sont valables pour les matrices du Marché commun et pour les matrices suisses.

En conclusion de ces analyses, aucune des matrices déduites pour la Suisse ne peut être exclue, les résultats obtenus ne contredisant pas les connaissances factuelles que l'on peut avoir de l'économie de ce pays. Ce n'est qu'à l'aide d'une information plus détaillée que l'on pourra éventuellement donner la préférence à l'une ou l'autre de ces matrices.

5. Données de base: sources et élaboration

Les données de base qui ont servi à l'estimation des 6 matrices input-output pour la Suisse proviennent de l'Office statistique des communautés européennes (OSCE) (cf. [19]) et du Bureau fédéral de statistique de Berne (BFS). Un travail d'élaboration des statistiques disponibles a, par conséquent, dû être réalisé, afin d'assurer leur comparabilité et de combler certaines lacunes concernant des séries indispensables.

En premier lieu, une correspondance a été établie (cf. [1], pp.73 et ss.) entre les secteurs de production utilisés par l'OSCE pour les matrices input-output des pays du Marché commun et les secteurs de production retenus par le BFS pour la ventilation du produit intérieur brut (PIB) de la Suisse. Le regroupement des 37 secteurs de l'OSCE en 18 secteurs suisses a été effectué sur la base des tables de correspondance publiées par la Communauté économique européenne et les Nations Unies (cf. [12] et [17]) et des définitions retenues par le BFS (cf. [5]). Les 18 secteurs suisses sont les suivants:

1. Agriculture, sylviculture, pêche
2. Mines, carrières
3. Alimentation, boissons, tabac
4. Textiles, habillement
5. Bois, liège
6. Papier
7. Arts graphiques
8. Cuir, caoutchouc
9. Chimie
10. Pierre, terre
11. Métallurgie, machines, appareils
12. Horlogerie, bijouterie
13. Bâtiment
14. Electricité, gaz, eau
15. Commerce
16. Banques, assurances
17. Transports
18. Hôtels et restaurants, autres services, administration.

Pour être rigoureuse, la correspondance entre ces deux ensembles de secteurs devrait être établie à un niveau plus désagrégré que celui retenu. Les données disponibles ne permettant pas ce travail, il ne faut pas perdre de vue que l'agrégation réalisée présente beaucoup de lacunes.

Une correction a ensuite été apportée à la valeur ajoutée par secteur telle qu'elle est publiée par le BFS (cf. [4]). En effet, la ventilation présentée concerne le produit intérieur brut au coût des facteurs, alors que nous avions besoin des mêmes données aux prix du marché, les composantes de la demande finale suisse étant évaluées selon ce dernier critère. Le passage d'une définition du PIB à l'autre se fait en tenant compte des impôts indirects et des subventions.

Une autre catégorie de données indispensables à l'estimation des matrices input-output pour la Suisse concerne la demande finale. Les différentes composantes de cette demande sont, pour la Suisse, soit réparties par fonction de consommation, soit présentées de façon très agrégée (cf. [3]). Une ventilation par secteur a donc dû être élaborée pour chacune d'elles.

Les statistiques disponibles en Suisse ne suffisant pas pour passer de la répartition des dépenses des consommateurs par fonction de consommation à une répartition par secteur, une matrice de transition a été construite sur la base de données allemandes (cf. [1], p. 82, [21] et [23]).

Les dépenses courantes de l'Etat ont d'abord été réparties en quatre grandes catégories: Défense nationale, Santé, Education, Divers.

La ventilation de ces groupes de dépenses dans les secteurs de production a été faite en utilisant une matrice de passage du Royaume-Uni (cf. [1], p. 89 et [25]). Pour les dépenses de Défense nationale, les résultats calculés à partir des données anglaises ont été corrigés sur la base de renseignements tirés de diverses publications suisses (cf. [8], [11] et [13]).

Les dépenses courantes des Assurances sociales sont réparties dans les secteurs de production selon la même structure que les dépenses pour l'Education.

Les données disponibles pour la Suisse concernant la Formation de capital fixe ne permettent une subdivision du total qu'en deux types d'investissement: la Construction et l'Equipement. Les investissements dans la Construction ont été attribués entièrement au secteur Bâtiment, alors que le solde a été réparti dans les différents secteurs selon la même structure que les investissements allemands (cf. [1], p. 94 et [22]).

La répartition des stocks dans les secteurs Bâtiment et Métallurgie, machines, appareils est fondée sur la subdivision des investissements en Construction et en Equipement.

Les importations et les exportations de biens et services ont pu être réparties par secteur sur la base de données suisses uniquement. Pour les ventes et achats de biens à l'étranger, une correspondance a été établie entre les sec-

teurs suisses et les positions du tarif douanier (cf. [1], pp.96 et ss. et [14]), alors que pour les services, la ventilation a été réalisée à l'aide de la balance suisse des revenus (cf. [10]).

Le vecteur de la demande finale par secteur résulte de l'addition des différentes composantes qui ont été calculées selon les explications précédentes.

Ces résultats, ainsi que ceux relatifs à la valeur ajoutée, pour 1967, sont présentés au tableau 1, en annexe.

6. Annexe

Tableau 1: Suisse: valeur ajoutée et demande finale par secteur, résultats pour 1967, en millions de francs.

Tableau 2: Suisse (déduite du Marché commun – 1959) – 1967 – Matrice des coefficients techniques – 18 secteurs – En millièmes – Vecteur de l'output total en millions de francs.

Tableau 1: Suisse: valeur ajoutée et demande finale par secteur, résultats pour 1967, en millions de francs

Secteurs de production	Valeur ajoutée	Consommation privée	Consommation publique ¹	Formation de capital fixe	Variation de stocks	Exportations	Importations	Demande finale
1. Agriculture, pêche	3 447	2 808	32	—	—	526	2 630	736
2. Mines, carrières	239	192	40	—	—	32	1 123	— 859
3. Alimentation, boissons, tabac	3 987	8 952	81	—	—	325	605	8 755
4. Textiles, habillement	2 357	2 207	74	23	—	1 403	1 515	2 192
5. Bois, liège	1 244	486	30	156	—	104	463	315
6. Papier	533	83	6	—	—	110	383	— 184
7. Arts graphiques	1 349	645	132	3	—	178	241	717
8. Cuir, caoutchouc	416	537	25	—	—	261	687	136
9. Chimie	3 435	1 390	120	—	—	3 116	1 945	2 681
10. Pierre, terre	1 004	104	39	54	—	104	391	— 90
11. Métallurgie, machines, appareils	10 384	2 752	629	4 759	154	5 371	6 265	7 400
12. Horlogerie, bijouterie	1 706	371	41	329	—	3 635	1 538	2 838
13. Bâtiment	6 475	50	436	11 389	286	—	—	— 12 161
14. Electricité, gaz, eau	1 840	1 133	174	—	—	252	82	1 477
15. Commerce	8 243	5 139	62	742	—	135	—	— 6 078
16. Banques, assurances	3 223	823	53	—	—	248	8	1 116
17. Transports	4 415	1 518	132	40	—	906	—	— 2 596
18. Services divers	13 363	10 090	6 134	—	—	4 569	1 194	19 599
Total	67 660	39 280	8 240	17 495	440	21 275	19 070	67 660

¹ Y compris les assurances sociales.

*Tableau 2: Suisse (déduite du Marché commun – 1959) – 1967 –
Matrice des coefficients techniques – 18 secteurs –
En millièmes – Vecteur de l'output total – En millions de francs*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,00	29,10	402,98	58,84	86,09	52,56	0,00	65,18	5,96	1,53
2	0,82	0,00	1,65	1,54	0,74	9,27	0,14	1,60	88,03	25,55
3	99,91	0,29	0,00	4,44	2,70	2,09	0,00	75,35	27,93	0,09
4	5,45	4,56	4,28	0,00	59,55	37,74	9,25	115,98	10,16	6,04
5	3,30	5,98	4,41	6,05	0,00	10,35	2,51	8,16	4,34	18,54
6	0,80	1,06	12,59	7,93	6,34	0,00	202,62	13,16	23,34	36,11
7	1,72	9,30	5,88	5,47	3,77	9,21	0,00	4,32	12,70	8,91
8	3,37	10,91	1,18	13,61	3,08	7,34	6,17	0,00	4,41	6,29
9	65,49	53,55	18,04	53,32	30,11	61,65	37,43	66,57	0,00	78,32
10	3,80	3,35	4,07	0,67	12,52	5,89	0,11	2,37	23,24	0,00
11	63,58	174,34	26,08	14,35	43,58	29,91	26,46	30,24	57,89	68,76
12	0,96	2,55	0,30	6,07	0,55	25,29	0,25	1,45	2,40	1,02
13	6,53	22,68	1,74	2,65	1,61	6,47	2,70	2,36	4,61	5,69
14	9,05	89,75	6,92	9,33	6,57	39,78	5,44	10,24	47,73	62,73
15	27,16	29,28	57,02	48,64	56,75	66,80	24,81	38,83	51,24	57,06
16	28,08	42,88	9,98	11,46	10,94	14,86	10,83	12,37	19,46	25,59
17	9,61	36,94	21,91	13,95	19,80	42,71	27,68	15,03	58,10	57,35
18	6,85	7,22	4,41	4,31	3,31	6,64	9,59	3,01	9,94	6,90
V.A.	663,52	476,25	416,54	737,39	651,98	571,46	634,01	533,78	548,53	533,51

	11	12	13	14	15	16	17	18	Out. Total
1	0,14	12,17	1,83	0,09	0,52	0,03	0,35	1,09	5 195,0
2	10,47	0,39	0,30	150,76	0,83	0,42	6,82	1,96	501,8
3	0,29	2,36	0,00	0,00	0,41	0,02	1,04	1,09	9 571,7
4	8,65	27,72	4,20	2,15	5,26	1,75	4,28	11,75	3 196,4
5	10,39	17,96	73,59	7,08	2,99	0,75	3,69	7,87	1 908,0
6	3,98	13,24	2,99	0,93	6,12	3,07	1,98	3,53	932,7
7	6,63	6,29	2,76	6,61	14,14	22,83	6,01	38,46	2 127,7
8	15,59	7,87	2,32	1,20	4,91	1,22	12,57	4,52	779,3
9	29,94	45,02	33,28	38,61	17,62	4,58	60,95	38,49	6 262,2
10	8,22	18,01	112,06	1,89	0,63	0,00	0,23	1,93	1 881,9
11	0,00	240,98	169,68	114,08	32,62	14,24	93,10	41,02	14 009,8
12	22,71	0,00	2,24	0,54	0,41	0,11	0,69	3,36	3 536,2
13	3,59	2,69	0,00	18,72	3,71	2,07	11,84	44,67	13 424,6
14	34,80	6,31	4,75	0,00	5,03	1,94	9,50	17,90	3 199,7
15	50,93	30,11	46,41	18,60	0,00	5,67	13,27	42,19	10 065,2
16	14,18	17,47	16,66	23,16	23,18	0,00	33,34	44,46	3 539,1
17	33,70	31,11	36,26	35,77	55,46	21,43	0,00	33,88	6 013,8
18	4,60	8,93	8,36	4,73	9,40	9,18	6,21	0,00	20 190,7
V.A.	741,19	511,36	482,32	575,06	818,96	910,69	734,14	661,84	

Références bibliographiques

- [1] *Antille, Gabrielle, Baranzini, Erminio, Burle de Figueiredo, José, Expériences en vue de la construction d'un tableau input-output pour la Suisse*, Genève, Centre d'économétrie de l'Université – Institut Battelle, 1971.
- [2] *Bacharach, Michael, Biproportional Matrices and Input-Output Change*, Cambridge, University Press, 1970.
- [3] Bureau fédéral de statistique, « Comptes nationaux de la Suisse », dans *La Vie économique*, septembre 1969, pp. 452–462.
- [4] Bureau fédéral de statistique, « Essai d'enregistrement statistique du produit national d'après sa formation », dans *La Vie économique*, novembre 1969, pp. 564–565.
- [5] Bureau fédéral de statistique, *Nomenclature des groupes économiques et des genres d'exploitation. Industrie, Arts et métiers, Commerce, Hôtellerie, Transports et communications, etc.*, Berne, Bureau fédéral de statistique, 1965.
- [6] Centre d'économétrie, *Projet Suisse – Input-Output – Pays du Marché commun – Matrices des consommations intermédiaires et des coefficients techniques*, Document de travail CE/15/7/70, Genève, Université, juillet 1970.
- [7] Centre d'économétrie, *Projet Suisse – Input-Output – Suisse – Matrices déduites des matrices des pays du Marché commun – Procédure RAS – Résultats et analyse*, Document de travail CE/1/12/70, Genève, Université, décembre 1970.
- [8] *Charbonney, Marc, Considérations sur les répercussions économiques de la défense nationale*, Lausanne, Imprimerie vaudoise, 1968.
- [9] *Chenery, H. B. – Watanabe, T., « International Comparisons of the Structure of Production »*, dans *Econometrica*, 26, Octobre 1958, N° 4, pp. 487–521.
- [10] Commission de recherches économiques, *La balance suisse des revenus en 1967. 190^e rapport de la Commission de recherches économiques*, Supplément de « La Vie économique », juillet 1968.
- [11] Commission W. A. Jöhr, *Evaluation des recettes et des dépenses de la Confédération 1966–1974. Rapport de la Commission d'experts chargée d'élaborer les principes et les méthodes d'une planification à long terme des finances fédérales*, St-Gall, juillet 1966.
- [12] Communauté économique européenne, *Correspondance pour les études de structure et de développement économique entre les nomenclatures et classifications internationales et communautaires*. Document de travail, Bruxelles, Communauté économique européenne, juin 1964.
- [13] Conseil fédéral, *Message du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale concernant le budget de la Confédération suisse pour l'année 1968*, Berne, 1967.
- [14] Direction générale des douanes, *Statistique annuelle du commerce extérieur de la Suisse, 1967*, Tome premier, Berne, Direction générale des douanes, 1968.
- [15] *Duvul, A., Méthode de la double proportionnalité – Interprétation – Généralisation*, Document non publié.
- [16] *Helmstaedter, Ernst, « The Hierarchical Structure of Interindustrial Transactions »*, dans *International Comparisons of Interindustry Data*, New York, United Nations, 1969, pp. 231–245.
- [17] Nations Unies, *Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique. Etudes statistiques, Série M, N° 4, Rev. 2*, New York, Nations Unies, 1969.

- [18] *Nikaido, Hukukane, Introduction to Sets and Mappings in Modern Economics*, Amsterdam, North-Holland, 1970.
- [19] Office statistique des communautés européennes, *Coefficients directs et matrices inverses des tableaux Entrées-Sorties pour les pays de la CEE (37 branches, année 1959)*, Bruxelles, Office statistique des communautés européennes, 1967.
- [20] *Paelinck, Jean et alii, Etude comparée des tableaux d'entrées et de sorties des Communautés européennes*, Namur, CERUNA, 1966.
- [21] *Schaefer, Heinz, Der private Verbrauch nach Herkunft und Verwendung*, Essen, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, 1965.
- [22] Statistisches Bundesamt – Gruppe Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen *Input-Output Tabellen*, Wiesbaden, Statistisches Bundesamt, s.d.
- [23] Statistisches Bundesamt, *Güterverzeichnis für den privaten Verbrauch. Systematische Verzeichnisse*, Wiesbaden, Statistisches Bundesamt, 1963.
- [24] *Stone, R. – Brown, J. A. C., « A Long-Term Growth Model for the British Economy »*, dans *Europe's Future in Figures*, edited by R.C. Geary, Amsterdam, North-Holland, 1962.
- [25] Université de Cambridge – Département d'économie appliquée, *Government Expenditure Classification Converter*, Document non publié.
- [26] *Watanabe, Tsunehiko, « Approaches to the Problem of Interindustry Comparison of Input-Output Relations: a Survey and Suggestions for Further Research »*, dans *International Comparisons of Interindustry Data*, New York, United Nations, 1969, pp.187–201.