

# Une approche structurale pour l'analyse Input-Output: un premier bilan

*Jacques Defourny*

CREDEL, Université de Liège  
Belgique

## INTRODUCTION

En science économique, le structuralisme s'applique, non pas à la réalité économique et sociale mais à des modèles censés décrire de façon schématique cette réalité. Ceux-ci sont généralement constitués d'un système d'équations, où la variation d'une grandeur dépend d'une ou plusieurs autres. A ce mécanisme d'interaction entre des variables, R. Lantner (1974) et J. Gazon (1976) font correspondre le concept d'influence économique, et l'analyse structurale qu'ils ont élaborée vise à appréhender la transmission de l'influence dans la structure qui résulte de la spécification du modèle. Plus précisément, alors que la forme réduite de ce modèle se limite à en donner la solution, en d'autres termes à exprimer certaines variables dites endogènes en fonction d'autres dites exogènes, l'analyse structurale recherche en plus une explication de cette solution par l'étude de la transmission de l'influence c'est-à-dire par l'appréhension de ce qui se passe dans le réseau de relations de la structure depuis les variations des variables exogènes jusqu'aux "réponses" des variables endogènes.

La formalisation mathématique introduite par les deux auteurs précités permet l'application de leur approche à tout système d'équations linéaires. A la suite des travaux de F. Perroux qui ont éminemment contribué à réintroduire les phénomènes de pouvoir dans l'analyse économique, cette approche a été utilisée à plusieurs reprises pour l'étude de la dominance économique (R. Lantner, 1972 a, 1974 et 1976; M. Nihon, 1975; J. Gazon et M. Nihon, 1976; J. Gazon, 1979 b; M. Marée et J. Defourny, 1979; J.-P. Zimmerman, 1979).

Cependant, un certain nombre d'outils de la méthodologie

structurale ne sont pas nécessairement liés au concept de dominance et leur application dans le cadre de modèles input-output a permis de jeter un éclairage assez neuf sur les relations intersectorielles au sein d'une économie et de saisir, en dehors des rapports de dominance, des phénomènes jusque là très mal appréhendés (R. Lantner, 1972 b et 1974; P. Gordenne, 1976; J. Defourny et M. Marée, 1977 et 1978; J. Defourny, 1979; J. Martins-Cruz, 1979). Parmi ces outils pourtant, certains résultent d'un prolongement direct de l'analyse input-output. D'autres semblent avoir une portée pratique assez limitée. Dès lors, le but de cet article sera de cerner ce qui constitue l'apport vraiment *spécifique* et concrètement *utile* de l'approche structurale appliquée à des Tableaux d'Echanges Interindustriels (T.E.I.), en dehors de sa contribution à l'étude de la dominance. Dans ce sens, il s'agit bien d'un bilan, d'une évaluation concise mais globale de l'approche.

Cet apport nous paraît essentiellement double. C'est pourquoi après une première section résumant les principaux concepts de l'approche structurale, le corps proprement dit de notre article sera constitué de deux parties (sections 2 et 3).

Dans la seconde section, nous montrerons en quoi l'étude du cheminement de l'influence enrichit considérablement la compréhension des mécanismes qui, suite à une variation de la demande finale à un secteur d'activité, engendrent des variations dans le niveau de production des autres secteurs.

La section 3 quant à elle sera consacrée à l'étude des phénomènes de circuits existant dans tout réseau de relations intersectorielles. Une mesure de cette "circularité" sera présentée, permettant de mieux saisir le niveau d'intégration d'une structure économique et de comparer sur ce point plusieurs structures différentes.

Afin de montrer le caractère opérationnel des outils structuraux retenus (\*) nous les appliquerons à l'économie allemande (section 2) puis simultanément à cinq pays de la C.E.E. (section 3), en utilisant pour cela les matrices input-output de 1970 publiées par l'Eurostat (1976, 1977, 1978). Ces applications ne constituent en rien une étude approfondie des problèmes envisagés. Elles ont plutôt une

(\*) La méthode structurale a été entièrement programmée sur ordinateur au Centre de Calcul de l'Université de Liège.

valeur d'exemple pour laisser entrevoir des possibilités de recherches ultérieures.

Notons enfin que se placer dans le cadre du modèle input-output revient à en accepter les limites. Celles-ci sont suffisamment connues pour que nous omettions de les rappeler.

## SECTION 1 : LES PRINCIPAUX CONCEPTS DE L'ANALYSE STRUCTURALE APPLIQUES A L'INPUT-OUTPUT

Sur le plan méthodologique, les fondements théoriques de Lantner et Gazon sont une axiomatique qui trouve sa source dans la théorie des systèmes. La généralisation de leur approche à tout système d'équations linéaires constitue certes une des richesses de celle-ci. Cependant, la présentation hautement formalisée qui en a résulté, surtout dans l'ouvrage de Gazon (1976) en a rendu l'abord particulièrement difficile. Comme nous avons nous-mêmes repris ailleurs la formalisation mathématique des concepts de base (J. Defourny et M. Marée, 1978), nous nous contenterons ici du strict minimum et d'une traduction immédiate de ceux-ci pour leur application à l'input-output.

Rappelons d'abord que le modèle input-output se définit par le système d'équations suivant :

$$\sum_j x_{ij} + z_i = y_i, \forall i = 1, \dots, n; \quad (*)$$

où :  $x_{ij}$  est la valeur de la production du secteur  $i$  livrée au secteur  $j$ ; c'est donc l'élément  $(i,j)$  du T.E.I.;

$z_i$  est la valeur de la demande finale adressée au secteur  $i$ ;

$y_i$  est la valeur de la production totale du secteur  $i$ .

Les coefficients techniques sont donnés par :

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{y_j}, \forall i, j = 1, \dots, n.$$

(\*) L'indice  $i$  se réfère aux lignes et l'indice  $j$  aux colonnes du T.E.I.

L'ensemble de ces coefficients constitue la matrice  $A$ , carrée et de dimension  $n$ . Leur interprétation s'inscrit dans le cadre d'une analyse "verticale" du T.E.I. : les éléments multipliés par 100 d'une colonne  $j$  quelconque de la matrice  $A$  mesurent, en pourcentage de l'output du secteur  $j$ , les achats réalisés par ce dernier auprès de tous les secteurs de l'économie.

Dans la version ouverte du modèle input-output, les demandes finales  $z_1, \dots, z_n$  sont exogènes. Cela signifie que c'est la demande qui engendre une activité de production dans l'économie, l'offre étant supposée élastique.

C'est précisément l'assimilation de la demande au concept d'*influence* qui permet l'application de l'approche structurale au modèle input-output. Graphiquement, elle se traduit par l'association à chaque coefficient technique  $a_{ij}$  d'un *arc* ( $ji$ ) reliant les deux secteurs ou *pôles* concernés et orienté dans le sens de la demande, c'est-à-dire dans le sens inverse aux flux physiques.



Le coefficient technique  $a_{ij}$  représente l'*intensité* de l'arc ( $ji$ ). L'ensemble des arcs forme le *graphe d'influence* associé à la structure. Au sein de ce graphe, une séquence d'arcs consécutifs constitue un *chemin* dont la *longueur* est le nombre d'arcs qui la composent. (\*) Un chemin qui ne passe pas plus d'une fois par le même pôle est un *chemin élémentaire*. Enfin un *circuit* est un chemin dont le premier pôle (pôle-origine) coïncide avec le dernier (pôle-destination).

Nous pouvons à présent reprendre le concept d'influence et lui donner deux importantes interprétations quantitatives.

### 1. L'influence directe

L'influence directe d'un secteur de production  $i$  sur un secteur de production  $j$ , transmise par un chemin élémentaire, est l'accrois-

(\*) On peut considérer qu'un arc est un chemin de longueur un.

sement de la production du secteur  $j$  induite par un accroissement unitaire de la production du secteur  $i$ , la production des pôles autres que ceux du chemin considéré et la demande finale adressée à  $j$  restant inchangées.

### Mesure de l'influence directe

— Cas de l'influence directe de  $i$  sur  $j$  selon l'arc  $(ij)$  :

$$I_{(ij)}^D = a_{ji}$$

En effet, selon la définition du coefficient technique,

$$x_{ji} = a_{ji} \cdot y_i$$

et toutes les autres productions restant égales, on a :

$\Delta y_j = a_{ji} \cdot \Delta y_i = a_{ji}$  quand le pôle  $i$  augmente sa production d'une unité.

La matrice  $A$  peut donc être appelée *matrice des influences directes*. Il est sous-entendu qu'il s'agit de l'influence directe de tout secteur  $i$  sur tout secteur  $j$  selon l'arc  $(ij)$ .

— Cas de l'influence directe de  $i$  sur  $j$  selon un *chemin élémentaire* quelconque  $(i \dots j)$  : la "règle de multiplication" appliquée au graphe d'influence énonce que l'influence directe, transmise par un pôle  $i$  à un pôle  $j$  suivant un chemin élémentaire donné, est égale au produit des intensités des arcs composant le chemin (R. Lantner, 1974, p. 53). On a donc :

$$I_{(i \dots j)}^D = a_{jk} \dots a_{li}$$

On peut dire que l'influence directe correspond à la réponse, dans un premier temps, d'un pôle productif suite à une impulsion déterminée.

## 2. L'influence globale

Contrairement à l'influence directe, l'influence globale ne fait

pas référence à la topologie, c'est-à-dire aux chemins : l'influence globale d'un secteur de production  $i$  sur un secteur de production  $j$  est l'accroissement total in fine de la production du pôle  $j$ , consécutif à un accroissement unitaire de la production du pôle  $i$ .

### Mesure de l'influence globale

Il suffit ici de raisonner sur la forme réduite du modèle input-output. En introduisant les coefficients techniques dans l'équation de base du modèle, on obtient aisément :

$$y_i = \sum_j a_{ij} \cdot y_j + z_i, \quad \forall i = 1, \dots, n,$$

ou, sous forme matricielle :

$$Y = AY + Z$$

$$(I - A)Y = Z$$

avec  $Y$  : vecteur  $n \times 1$  des productions  $y_i$ ;  
 $Z$  : vecteur  $n \times 1$  des demandes finales  $z_i$ ;  
 $I$  : matrice diag  $(1, 1, \dots, 1)$ .

Sous forme réduite, le modèle s'inscrit :

$$Y = (I - A)^{-1}Z$$

Si l'on procède à une analyse de statique comparative à partir de cette forme réduite en faisant varier de  $\Delta z_i$  la demande finale au secteur  $i$ , l'effet total de cette variation sur une quelconque des variables endogènes, disons la production du secteur  $j$ , est donné par :

$$\begin{aligned} \Delta y_j &= \text{élément } (j,i) \text{ de } (I-A)^{-1} \text{ multiplié par } \Delta z_i \\ &= \text{élément } (j,i) \text{ de } (I-A)^{-1}, \text{ pour une variation unitaire de la} \\ &\text{ demande finale au secteur } i. \end{aligned}$$

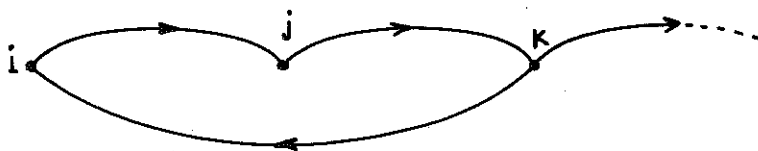
La matrice  $(I-A)^{-1}$  peut donc être appelée *matrice des influences globales*.

Il est essentiel de bien saisir ce qui distingue influence directe et influence globale. L'influence directe d'un pôle sur un autre est liée à un chemin particulier qui est entièrement isolé du reste de la structure (on raisonne "toutes autres productions restant égales"); elle comptabilise ce qu'on pourrait appeler l'effet *immédiat* d'une impulsion empruntant ce chemin. L'influence globale s'en distingue pour deux raisons fondamentales :

1. Elle comptabilise l'influence directe transmise par *tous* les chemins élémentaires reliant les deux pôles considérés. En effet, étant donné deux pôles  $i, j$ , l'effet d'une variation de la production de  $i$  sur la production de  $j$  se manifeste par l'intermédiaire de tous les chemins d'origine  $i$  et conduisant à  $j$ . Selon la "règle d'addition" appliquée au graphe d'influence, l'influence directe transmise par un pôle  $i$  à un pôle  $j$  suivant plusieurs chemins élémentaires de même origine et de même destination, est égale à la somme des influences directes transmises par chaque chemin élémentaire (R. Lantner, 1974, p. 53).

2. Surtout, ces chemins ne sont pas considérés isolément, mais bien réintégrés dans la totalité structurale de laquelle ils avaient été abstraits pour le calcul de l'influence directe : cela revient à comptabiliser aussi *les effets induits* (ou effets de retour) qui se manifestent du fait de l'existence de circuits dans le graphe. Prenons un exemple illustré par le graphe ci-dessous : imaginons que le pôle  $i$  doive, pour répondre à un accroissement unitaire de la demande qui lui est adressée, acheter un montant  $a_{ji}$  d'inputs au pôle  $j$  et que ce dernier doive lui-même pour répondre à cette demande, s'adresser au pôle  $k$  pour un montant  $a_{kj} \cdot a_{ji}$ . Comme le pôle  $k$  doit à son tour acheter des inputs, notamment au pôle  $i$ , un circuit apparaît traduisant une interdépendance entre les pôles envisagés. Pour satisfaire la demande qui lui adresse le pôle  $k$ , le pôle  $i$  va demander des inputs supplémentaires au pôle  $j$  et ainsi de suite... Le circuit étant indéfiniment parcouru, la demande adressée *in fine* par le pôle  $i$  au pôle  $j$  sera supérieure au montant initial  $a_{ji}$  (\*)

(\*) On peut démontrer qu'en vertu de la stabilité du système d'échanges intersectoriels, l'accroissement de la demande adressée par le pôle  $i$  au pôle  $j$  est *fini* (J. Gazon, 1976, chap. 2).



Ainsi, l'influence transmise par un pôle à un autre est amplifiée par les circuits et cette amplification est la manifestation du phénomène de circularité que nous analyserons dans la troisième section.

Soulignons cependant qu'il existe une autre catégorie de circuits que ceux du type (ijki). Il s'agit des circuits de longueur un que l'on peut représenter comme ci-dessous par des boucles sur les pôles concernés. Ce sont en fait les arcs associés aux coefficients techniques  $a_{ii}$ . Ces circuits traduisent donc l'autoconsommation des secteurs et en les introduisant dans les développements qui précèdent, on vérifie facilement qu'ils sont au même titre que les autres circuits, amplificateurs de l'influence. Ils seront donc aussi inclus dans le concept de circularité.

Représentation graphique des chemins de longueur un :



## SECTION 2 : LE CHEMINEMENT DE L'INFLUENCE

### A. Influence totale et multiplicateur d'un chemin

Les matrices  $A$  et  $(I-A)^{-1}$  sont données par l'analyse input-output. Cela signifie que pour l'étude des relations entre deux secteurs déterminés  $i$  et  $j$ , cette dernière fournit comme informations :

- les coefficients techniques  $a_{ij}$  et  $a_{ji}$  (ou influences directes  $I_{(ij)}^D$  et  $I_{(ji)}^D$ )
- les éléments  $(ij)$  et  $(j,i)$  de la matrice  $(I-A)^{-1}$  (ou influences globales  $I_{j \rightarrow i}^G$  et  $I_{i \rightarrow j}^G$ )



La différence entre les influences directes et les influences globales indique l'existence d'un réseau complexe de relations intersectorielles enchevêtrées, mais ne nous informe en rien sur sa configuration et sur les mécanismes en résultant qui font que l'influence directe de  $i$  à  $j$  par exemple ne passe pas seulement par l'arc  $(ij)$  mais aussi par d'autres chemins élémentaires plus longs et qu'elle est en plus amplifiée par toute une série de circuits. D'où l'expression de "boîte noire" pour qualifier ce qui se passe entre la variation des variables exogènes et la réponse finale des variables endogènes. En fait, on peut dire que l'analyse input-output tient compte de ces mécanismes mais qu'elle donne seulement leur effet global.

En calculant l'influence directe qui passe par les chemins élémentaires autres que les arcs, la méthodologie structurale apporte déjà des informations supplémentaires sur les axes par lesquels se transmet l'influence d'un pôle à un autre. Cependant, comme ce calcul revient à une simple multiplication des intensités, fournies par la matrice  $A$ , des arcs composant les chemins, on ne peut pas dire qu'il s'agisse d'une contribution importante. C'est plutôt l'idée de systématiser l'analyse de ces chemins et de fournir à celle-ci un support graphique, qui constitue ici l'originalité de l'approche structurale.

Si le graphe d'influence de la structure envisagée ne comporte aucun circuit, l'analyse peut s'arrêter là car dans ce cas, la somme des influences directes portées par tous les chemins élémentaires menant de  $i$  à  $j$  rend l'influence globale transmise par  $i$  à  $j$ . Autrement dit, chaque élément  $(i,j)$  de la matrice  $(I-A)^{-1}$  peut alors se décomposer en une série d'influences directes portées par tous les chemins élémentaires reliant  $i$  à  $j$ , et on a ainsi une connaissance parfaite des voies par lesquelles un secteur influence chacun des autres.

Mais en réalité, toute structure de relations intersectorielles comporte un grand nombre de circuits qui amplifient, d'une manière particulièrement difficile à cerner, l'influence directe portée par chaque chemin. C'est pourquoi Lantner a introduit le concept d'influence totale qui, lui, sort totalement du champ de l'analyse input-output.

En effet, si on définit  $c$  comme chemin élémentaire quelconque ( $i \dots j$ ) menant de  $i$  à  $j$ , on appelle *influence totale*  $I_c^T$ , l'influence transmise de  $i$  à  $j$  suivant le chemin  $c$ , compte-tenu des répercussions secondaires dans la structure, imputables à ce chemin. L'influence totale cumule donc pour un chemin élémentaire donné, l'influence directe transmise suivant ce dernier et les effets induits par les circuits adjacents au chemin (c'est-à-dire les circuits qui ont un ou plusieurs pôles en commun avec le chemin).

L'influence totale transmise suivant le chemin  $c$  peut se définir par

$$I_c^T = I_c^D \cdot M_c.$$

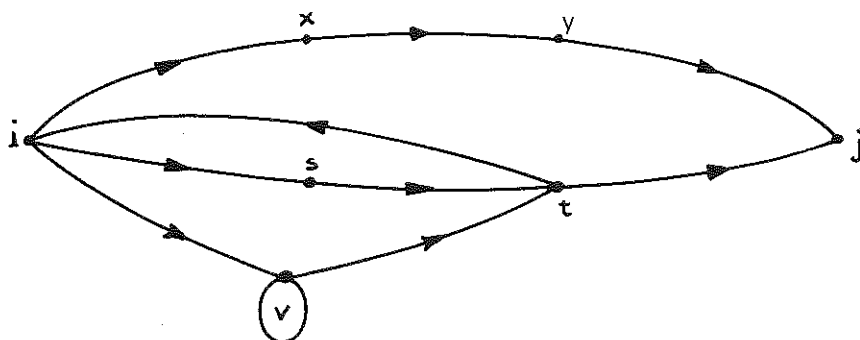
où  $M_c$  est le multiplicateur du chemin  $c$ .

Le *multiplicateur d'un chemin élémentaire* apparaît comme le rapport entre l'influence totale et l'influence directe transitant par ce chemin. Il mesure donc le pouvoir d'amplification conféré au chemin par les circuits qui lui sont adjacents.

Du point de vue matriciel, le calcul du multiplicateur est aisé. R. Lantner (1974, pp. 243-246) montre en effet que  $M_c$  est égal au rapport  $\frac{\Delta_c}{\Delta}$  de deux déterminants.  $\Delta$  est le déterminant  $|I-A|$  de la structure que représente le T.E.I. et  $\Delta_c$  est le déterminant de la structure privée des pôles composant le chemin  $c$ . J. Gazon (1976, pp. 112-121 et 130-134) de son côté montre, par un processus itératif de réduction basé sur le concept de structures emboîtées, que le multiplicateur ainsi calculé rend particulièrement bien compte des interactions de la totalité structurale.

Enfin, et ce n'est pas le moindre des résultats, on peut établir que la somme des influences totales ainsi définies transmises par un pôle  $i$  à un pôle  $j$  suivant tous les chemins élémentaires menant de  $i$  à  $j$ , est égale à l'influence globale de  $i$  sur  $j$ . (R. Lantner, 1974, pp. 246-247). Si l'on se réfère au graphe ci-dessous qui contient trois chemins élémentaires de  $i$  à  $j$  et trois circuits [(ivt), (isti) et la boucle (vv)] on peut donc écrire :

$$I_{(ixyj)}^T + I_{(istj)}^T + I_{(ivtj)}^T = I_{i \rightarrow j}^G$$



### B. Le cheminement de l'influence dans la structure de production allemande

Pour illustrer l'apport d'une étude du cheminement, nous avons analysé la structure de production allemande telle qu'elle est représentée par le T.E.I. de 1970 agrégé en 14 secteurs : agriculture (AGR), énergie (ENG), métallurgie de base (MET), divers (DIV), chimie (CHI), fabrications métalliques (FME), caoutchouc et plastique (CPL), construction (CON), industrie automobile (AUT), alimentation (ALI), textile (TEX), commerce (COM), transports et communications (TRC), services (SER).

Dans une structure à 14 pôles, il existe une multitude de chemins élémentaires (\*). Aussi une analyse n'est-elle praticable que si l'on sélectionne ceux qui paraissent les plus intéressants en fonction du but poursuivi. Une première manière de diminuer le nombre de chemins consiste à travailler sur le graphe réduit à la place du graphe d'influence. On obtient un graphe réduit en ne considérant que les arcs dont l'intensité est supérieure à un seuil déterminé. L'expérience nous a montré qu'avec 14 pôles, un seuil de 0,02 garantit une perte minimale d'information.

De plus, les différents chemins existant entre deux pôles sont surtout intéressants si le premier transmet au second une influence globale relativement importante. Aussi avons-nous noté dans la matrice  $(I-A)^{-1}$  les influences globales supérieures à 0,050. Finalement, parmi ces dernières, nous n'avons retenu, afin de limiter notre étude, que celles transmises par six secteurs arbitrairement choisis.

(\*) Pour le T.E.I. de la France (1966), agrégé en 6 secteurs seulement, R. Lantner (1974), p. 257) a répertorié 844 chemins élémentaires.

Pour chaque influence globale ainsi sélectionnée et reprise dans la troisième colonne du tableau 1, nous avons demandé à l'ordinateur de fournir l'influence totale et le multiplicateur de tous les chemins élémentaires menant du pôle transmetteur au pôle récepteur dans le graphe réduit. De tous les chemins répertoriés par cette opération, le tableau 1 reprend ceux qui transportent au moins 5% de l'influence globale.

TABLEAU I  
LE CHEMINEMENT DE L'INFLUENCE TRANSMISE PAR SIX SECTEURS  
(AUT, CON, FME, MET, ALI, CPL) DE LA STRUCTURE ALLEMANDE

(1) Ori- gine	(2) Desti- nation	(3) $I^G$	(4) Chemins élémentaires	(5) $I^T$	(6) $\frac{I^T}{I^G}$ (en %)	(7) $M_c$	(8) $\frac{D}{I^T}$ (en %)
AUT	ENG	0,077	AUT FME MET ENG	0,004	5,6	3,187	31,4
			AUT MET ENG	0,013	17,1	2,633	38,0
			AUT ENG	0,034	44,3	1,461	68,4
	MET	0,207	AUT MET	0,148	71,7	2,148	46,5
			AUT FME MET	0,049	23,5	2,603	38,3
	DIV	0,088	AUT DIV	0,039	44,6	1,468	68,1
			AUT FME MET DIV	0,004	5,2	3,191	31,3
			AUT MET DIV	0,014	15,8	2,639	37,9
			AUT FME DIV	0,007	8,1	1,784	56,0
			AUT CON DIV	0,006	6,5	1,600	62,5
	CHI	0,069	AUT CHI	0,040	57,5	1,475	67,8
			AUT CPL CHI	0,013	19,5	1,616	61,9
	FME	0,228	AUT FME	0,210	92,0	1,450	69,0
	CPL	0,072	AUT CPL	0,064	88,9	1,309	76,4
CON	MET	0,104	CON MET	0,061	59,2	1,820	54,9
			CON FME MET	0,027	26,3	2,207	47,3
	DIV	0,251	CON DIV	0,230	91,5	1,244	80,3
	FME	0,137	CON FME	0,117	85,8	1,229	81,4
			CON DIV FME	0,009	6,6	1,513	66,1
FME	ENG	0,067	FME ENG (*)	0,027	39,9	1,498	66,7
			FME MET ENG	0,025	37,3	2,686	37,2
	MET	0,289	FME MET	0,283	98,0	2,194	45,6
	DIV	0,085	FME DIV	0,042	49,3	1,505	66,4
			FME MET DIV	0,026	31,3	2,692	37,1
			FME COM DIV	0,005	5,7	1,636	61,1

(\*) Il s'agit d'un chemin n'existant pas dans le graphe réduit à 0,02 mais pour compléter notre information, nous avons recherché ses caractéristiques sur base du graphe réduit à 0,01.

(SUITE TABLEAU I)

(1) Ori- gine	(2) Desti- nation	(3) I <sub>G</sub>	(4) Chemins élémentaires	(5) I <sup>T</sup>	(6) $\frac{I^T}{G}$ I (en %)	(7) M <sub>c</sub>	(8) $\frac{I^D}{T}$ I (en %)
MET	ENG	0,181	MET ENG	0,160	88,4	2,215	45,1
	DIV	0,187	MET DIV	0,169	90,8	2,223	45,0
	FME	0,051	MET FME (*)	0,028	55,0	2,194	45,6
			MET ENG FME	0,005	9,5	2,686	37,2
			MET DIV FME	0,007	13,0	2,692	37,1
ALI	AGR	0,387	ALI AGR	0,384	99,4	1,540	64,9
	ENG	0,054	ALI ENG (*)	0,023	43,8	1,458	68,6
			ALI AGR ENG	0,012	22,7	1,892	52,8
			ALI COM ENG	0,003	5,8	1,581	63,2
	DIV	0,078	ALI DIV	0,051	65,9	1,467	68,2
			ALI COM DIV	0,006	7,6	1,584	63,1
	FME	0,051	ALI FME (*)	0,021	42,3	1,450	69,0
			ALI AGR FME	0,015	29,1	1,881	53,2
ALI COM FME			0,003	5,0	1,569	63,7	
CPL	ENG	0,069	CPL ENG	0,033	48,5	1,353	73,9
	DIV	0,080	CPL CHI ENG	0,016	24,5	1,668	59,9
			CPL DIV	0,044	54,6	1,360	73,5
			CPL CHI DIV	0,015	18,7	1,674	59,7
			CPL COM DIV	0,005	6,3	1,482	67,5
	CHI	0,246	CPL CHI	0,234	95,3	1,360	73,5
	FME	0,058	CPL FME	0,035	60,6	1,344	74,4
			CPL CHI FME	0,008	13,6	1,658	60,3
	TEX	0,061	CPL TEX	0,057	93,8	1,543	64,9

(\*) Idem page précédente.

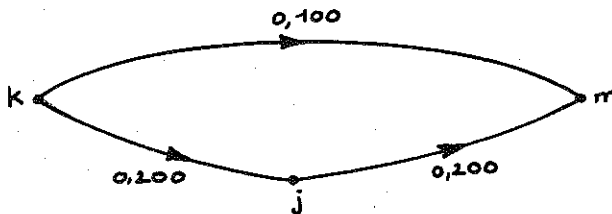
Que nous apprend une telle analyse du cheminement ? Si l'on considère d'abord les chemins (colonne 4) et l'influence totale qu'ils transportent (colonnes 5 et 6), on tire plusieurs enseignements :

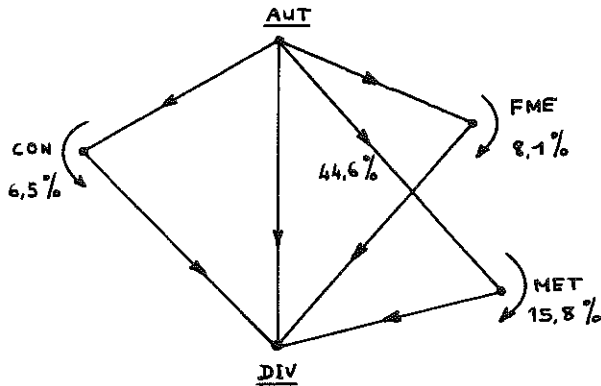
1. Tout d'abord, ainsi que l'on pouvait s'y attendre, la plus grande part de l'influence globale est transmise suivant les chemins les plus courts, c'est-à-dire de longueur un (\*). A titre d'exemple, 72%

de l'influence exercée par le secteur de l'Automobile sur la Métallurgie emprunte le chemin direct AUT – MET ( $\frac{I_T}{I_G} = 71,7\%$ ). Cette part peut même approcher les 100% dans certains cas.

2. L'influence n'emprunte pas exclusivement les chemins de longueur un. Parfois même, moins de la moitié de l'influence passe par le chemin direct. Reprenons l'exemple de l'industrie Automobile. Une augmentation initiale de 1.000 DM de la production de ce pôle entraîne in fine, compte tenu de tous les effets de retour, un accroissement de l'output du secteur Divers égal à 88 DM. Mais 44,6% seulement de cette production supplémentaire satisfait la demande que l'Automobile adresse elle-même à Divers. Le reste (55,4%) satisfait la demande intermédiaire émanant des autres pôles qui, eux aussi, développent leur activité pour répondre aux sollicitations du secteur de l'Automobile. Il s'agit essentiellement de la Métallurgie (15,8%), des Fabrications Métalliques (8,1%) et de la Construction (6,5%). Cela peut se représenter de la manière suivante :

(\*) Plus un chemin comporte d'arcs, plus l'influence directe qu'il transporte risque d'être faible : en vertu de la règle de multiplication relative à l'influence directe, le calcul de celle-ci résulte en effet du produit des intensités des arcs composant le chemin. Par exemple, si l'on considère la figure ci-dessous, on voit que le chemin (km) transporte une influence directe (0,100) nettement supérieure à l'influence directe ( $0,2 \times 0,2 = 0,040$ ) transmise suivant le chemin (kjm), et cela, bien que les arcs (kj) et (jm) aient une intensité deux fois plus élevée que l'arc (km). L'influence directe tombe donc rapidement dès que le chemin s'allonge. Bien sûr, plus un chemin est long et plus nombreux sont les circuits qui lui sont adjacents, c'est-à-dire plus est forte l'amplification de l'influence directe. Cependant si celle-ci est déjà très faible, l'amplification n'a qu'un effet limité et l'influence totale transmise par le chemin reste faible.





Les pourcentages indiquent la part de l'influence totale dans l'influence globale exercée par AUT sur DIV

De plus, une part non négligeable (5,2%) de l'influence transmise par l'Automobile au secteur Divers emprunte un chemin de longueur trois, c'est-à-dire transite préalablement par deux pôles précités, les Fabrications Métalliques et la Métallurgie.

Ainsi, l'examen de l'influence totale et du rapport  $\frac{I^T}{I^G}$  montre que les chemins de longueur supérieure à un et en particulier ceux de longueur deux, jouent aussi un rôle important dans les relations intersectorielles : ils portent une influence totale qui, non seulement représente souvent une part considérable de l'influence globale mais peut elle-même être assez élevée. Le tableau 2 reprend à cet égard les chemins transportant une influence totale supérieure à 0,015.

TABLEAU 2 :  
QUELQUES CHEMINS IMPORTANTS DE LONGUEUR DEUX

CHEMIN	$I^T$	$\frac{I^T}{I^G}$ (en %)
AUT - FME - MET	0,049	23,5
CON - FME - MET	0,027	26,3
FME - MET - DIV	0,026	31,3
FME - MET - ENG	0,025	37,3
CPL - CHI - ENG	0,016	24,5
CPL - CHI - DIV	0,015	18,7
ALI - AGR - FME	0,015	29,1

3. En révélant avec précision les chemins importants d'une structure de production, une étude du cheminement informe les responsables de la politique économique sur les axes par lesquels une impulsion à un secteur se transmet au reste de l'économie et leur indique les secteurs appelés à jouer dans cette transmission un rôle de relais. Or les conditions prévalant à un moment donné dans ces secteurs peuvent rendre ceux-ci plus ou moins aptes à relayer l'influence qu'ils reçoivent. Ainsi par exemple une filière de production peut très bien constituer un goulet d'étranglement qui la rend incapable, pendant une certaine période, de diffuser une relance économique. La connaissance précise du rôle du chemin que constitue cette filière permet dans ce cas de saisir les limites d'une politique basée notamment sur cette filière ou éventuellement d'orienter les preneurs de décision vers d'autres solutions.

4. Enfin, le fait que l'avant-dernier pôle d'un chemin représente l'acheteur effectif au pôle-destination à raison du montant de l'influence totale portée par ce chemin, permet de mieux identifier la production additionnelle d'un secteur engendrée par une impulsion exogène. Ainsi dans l'exemple ci-dessus d'une augmentation de 1.000 DM de la demande finale au secteur Automobile, on a vu à partir du tableau 1 que l'accroissement de 88 DM de la production du secteur Divers se décompose en achats du secteur Automobile lui-même (39), de la Métallurgie (14 + 4), des Fabrications Métalliques (7) et de la Construction (6), le reliquat se répartissant sur des achats plus faibles. En retournant au T.E.I. initial à 44 branches il est alors possible de déterminer de façon assez détaillée sur quels produits portent ces différents achats. Ce genre d'information peut être précieux car un secteur regroupe souvent des produits diversifiés dont les conditions et capacités de production peuvent varier fortement. La politique économique ne peut dès lors se contenter de stimuler n'importe quelle production au sein d'un secteur. Eventuellement, si l'on désire une étude très fine par produits, rien n'empêche même de désagréger largement le seul secteur Divers par exemple en une série de pôles formant avec les treize autres une structure au sein de laquelle on procédera à une nouvelle analyse du cheminement.



Envisageons maintenant la colonne 7 du tableau 1. En tant que mesure du pouvoir d'amplification des chemins, les multiplicateurs nous révèlent surtout deux choses. En premier lieu, on constate que seuls les chemins de longueur trois ont un multiplicateur dépassant 3. Cela illustre bien le fait que, les chemins longs transportant toujours une influence directe très faible (voir note\*, p. 210), celle-ci doit être fortement amplifiée par les circuits pour donner une influence totale non négligeable ( $\frac{I^T}{I^G} \geq 5\%$ ). En second lieu, le secteur de la Métallurgie intervient dans tous les chemins dont le multiplicateur est supérieur à 2, et uniquement dans ceux-ci si l'on excepte le chemin CON-MET. Il faut en conclure que la Métallurgie appartient à des circuits fortement amplificateurs de l'influence, atout considérable pour jouer par exemple un rôle efficace dans la diffusion de la croissance.

L'intérêt du concept de multiplicateur d'un chemin apparaît mieux encore si l'on calcule son inverse c'est-à-dire le rapport  $\frac{I^D}{I^T}$  (colonne 8). En effet, dans l'élaboration d'une politique de relance par exemple, il peut être important de savoir si l'impulsion initiale donnée à un pôle sera transmise rapidement aux autres secteurs ou seulement après une période assez longue. Le rapport  $\frac{I^D}{I^T}$  nous renseigne précisément sur ce point en donnant la part des effets immédiats dans l'influence qui sera transmise in fine suivant le chemin considéré. Au vu du tableau 1, cette part ne dépasse généralement pas 70%. Elle est la plus élevée pour les chemins courts puisque ceux-ci ayant moins de circuits adjacents, l'influence directe est dans un second temps moins amplifiée.

Pour être plus précis, reprenons une fois encore l'exemple du secteur Automobile, dont la demande finale s'accroît de 1.000. L'action sur les pôles Caoutchouc et Plastique et Fabrications Métalliques suivant les axes que nous avons relevés dans le tableau 1, sera pour l'essentiel presque instantanée : pour autant évidemment qu'ils aient des capacités de production inutilisées, dans un premier temps, ils augmenteront respectivement leur production de 48,9 (76,4% de 64) et de 144,9 (69,0% de 210). Par contre, la Métallurgie réagira beaucoup plus lentement : l'accrois-

sement initial de sa production sera de 87,7 (46,5% de 148 + 38,4% de 49), et donc plus de la moitié de son expansion totale ne se fera que plus tard. Si l'on compare maintenant les réactions des pôles Energie et Chimie, on peut voir que l'influence totale transmise suivant le chemin AUT-MET-ENG est égale à celle transmise suivant le chemin AUT-CPL-CHI : les deux secteurs augmenteront finalement leur production de 13. Mais l'effet immédiat sera un accroissement de 8,5 (61,4% de 13) pour la production d'énergie et seulement de 4,9 (38% de 13) pour la production chimique. Ces exemples montrent à suffisance l'importance des effets de circuits dont une autre approche, complémentaire de celle-ci, est présentée dans la section 3.

### SECTION 3 : LA CIRCULARITE STRUCTURALE

#### A. Utilité du concept de circularité

L'analyse input-output ne permet pas d'appréhender le phénomène "circuits" au sein d'une structure économique. Bien sûr les solutions fournies par la forme réduite du modèle incluent l'impact des circuits qui entrent en action entre les variations exogènes et la réponse de chaque variable endogène mais ceux-ci ne représentent qu'une proportion, impossible à évaluer, de l'ensemble des circuits. De plus la résolution du modèle additionne sans distinction les effets directs et les effets induits par les circuits. Au contraire, l'approche de Lantner et Gazon propose avec le concept de circularité structurale une mesure globale des seuls effets de circuits dans une structure. Mais avant d'aller plus loin dans la présentation de l'outil, voyons d'abord en quoi il peut être intéressant de mesurer la circularité d'une économie.

Cet intérêt apparaît sans doute le mieux si l'on étudie l'intégration de la structure de production d'un pays, intégration comprise comme le degré d'interdépendance existant entre les agents (entreprises) de cette structure. En effet, les relations ou flux entre les entreprises d'un pays peuvent être classées en trois catégories, facilement discernables sur un graphe, qui sont autant de manifestations différentes de ladite intégration (\*) :

(\*) A nouveau, on considère ici les relations entre entreprises en termes d'achats mais la même analyse peut se faire en termes de ventes.

1. Les achats "directs" (c'est-à-dire qui ne résultent d'aucun circuit) entre entreprises de secteurs différents. Ils correspondent à l'influence directe transmise entre deux pôles suivant des chemins de longueur un ou supérieur à un.

2. Les achats directs entre entreprises d'un même secteur et l'autoconsommation directe des entreprises. Tout cela est traduit par l'influence directe d'un pôle sur lui-même c'est-à-dire par le coefficient technique  $a_{ii}$  qui est aussi l'intensité de la boucle du pôle concerné. Si nous considérons l'autoconsommation des entreprises comme un facteur d'intégration, c'est pour la raison suivante : dans la mesure où une entreprise utilise des inputs produits à l'intérieur du pays par les autres entreprises ou par elle-même plutôt que de les acheter à l'étranger, on peut dire qu'elle contribue à l'intégration de la structure de production du pays (\*).

3. Tous les achats supplémentaires entre entreprises ainsi que leur autoconsommation additionnelle, qui résultent des circuits de la structure. Nous avons vu par l'analyse du cheminement que l'amplification des achats par les circuits pouvait être très forte. Ainsi, dès que le multiplicateur d'un chemin est supérieur à deux, cela signifie que les achats induits par les circuits sont plus importants que les achats directs.

L'analyse input-output fournit, par la matrice des coefficients techniques, les éléments nécessaires pour saisir l'intégration d'une structure économique dans ses deux premières manifestations. L'approche structurale quant à elle propose une mesure de la circularité, c'est-à-dire de cette importante troisième catégorie de relations et offre par là un complément indispensable à l'analyse de l'intégration (\*\*).

## B. Mesure de la circularité structurale

Pour mesurer la circularité d'une structure, il fallait trouver une grandeur qui satisfasse les deux exigences suivantes :

(\*) On peut se demander si une telle intégration est toujours souhaitable mais là n'est pas notre propos.

(\*\*) Nous avons exploité de manière analogue le concept de circularité pour appréhender l'articulation ou la désarticulation d'économies sous-développées (J. Defourny et M. Marée, 1978)

- rendre compte uniquement des effets induits par les circuits dans la transmission de l'influence,
- être structurale, c'est-à-dire considérer la structure dans sa totalité sans privilégier aucune sous-structure.

J. Gazon a orienté sa recherche vers la différence entre l'influence totale et l'influence directe portée par un chemin hamiltonien. Une différence  $I^T - I^D$  satisfait la première exigence puisqu'elle ne comptabilise que l'influence induite par les circuits. Quant au chemin hamiltonien, il se définit par le fait qu'il "passe" une et une seule fois par chaque pôle de la structure. On peut donc le considérer comme une entité structurale. Certes, tout chemin hamiltonien privilégie un certain ordre de passage par les pôles, mais cela n'enlève rien à son caractère structural : on peut montrer en effet que, pour une structure donnée, tous les chemins hamiltoniens ont un même multiplicateur égal à  $\frac{1}{\Delta}$ ,  $\Delta$  étant le déterminant de la matrice  $(I-A)$  (J. Gazon, 1976, p. 209). Ce déterminant  $\Delta$  est appelé *déterminant structural*, car il tient compte à la fois de l'architecture et de l'intensité des relations qu'entretiennent entre eux les pôles de la structure. Ainsi, pour un chemin hamiltonien  $h$ , on peut écrire :

$$\begin{aligned} I_h^T - I_h^D &= M_h \cdot I_h^D - I_h^D \\ &= I_h^D \left( \frac{1}{\Delta} - 1 \right) \\ &= I_h^D \left( \frac{1 - \Delta}{\Delta} \right) \end{aligned}$$

Autrement dit, pour obtenir l'influence induite par les circuits de la structure suivant un chemin hamiltonien, il faut multiplier l'influence directe transportée par ce chemin par la grandeur  $\frac{1 - \Delta}{\Delta}$ ; celle-ci représente donc la propension des circuits de la structure à engendrer une influence induite suivant un chemin hamiltonien quelconque. Ces considérations amènent naturellement à appeler la grandeur  $\frac{1 - \Delta}{\Delta}$ , la *circularité structurale*.

Notons que dans une structure, il peut n'exister aucun chemin hamiltonien. Aussi précise-t-on le concept en disant que la circularité structurale est l'influence induite, réelle ou potentielle, qu'un pôle-destination d'un chemin hamiltonien existant ou potentiel, reçoit du pôle-origine lorsque celui-ci transmet une impulsion telle que l'influence directe portée par le chemin hamiltonien soit unitaire (J. Gazon, 1976, p. 213).

On peut démontrer que l'expression  $\frac{1-\Delta}{\Delta}$  est bien une fonction croissante des produits des intensités des arcs qui composent les circuits de la structure. En particulier, les boucles étant des circuits de longueur un, la circularité structurale est une fonction croissante de l'autoconsommation des pôles (J. Gazon, 1976, chap. 6).

Avant de passer à l'utilisation pratique de cet outil, on signalera que R. Lantner (1974, p. 140) et J. Gazon (1976, pp. 103-108) ont également développé une mesure des effets de circuits au niveau de chaque pôle d'une structure. Il s'agit du feed-back polaire que nous avons illustré ailleurs (J. Defourny et M. Marée, 1978, pp. 302-306). Cependant, comme ce concept est de la même veine que celui de circularité structurale mais de moindre utilité que ce dernier, nous ne l'avons pas repris ici. Il existe encore des tentatives de Lantner (1974, pp. 125-132) et de Gazon (1976, pp. 240-246) pour discerner dans la circularité d'une structure la part qui relève des boucles c'est-à-dire de l'autoconsommation ou autarcie des pôles et celle qui est due aux autres circuits traduisant quant à eux l'interdépendance des pôles. Dans l'article mentionné ci-dessus, nous avons aussi utilisé cette approche mais, les boucles et les autres circuits s'amplifiant mutuellement, il est sans doute impossible de séparer vraiment leurs effets respectifs.

### C. La circularité dans cinq structures économiques de la C.E.E.

La circularité structurale  $\frac{1-\Delta}{\Delta}$  d'une économie est liée à la manière dont est conçu le T.E.I. qui la représente : en effet, plus la matrice input-output sera désagrégée c'est-à-dire plus la structure aura de pôles, plus il y aura de circuits au sein de celle-ci et plus  $\frac{1-\Delta}{\Delta}$  sera donc élevé. Il en résulte que la valeur absolue de  $\frac{1-\Delta}{\Delta}$  pour une structure donnée n'a en elle-même qu'un intérêt assez

limité. Par contre, elle permet d'utiles comparaisons si elle est aussi calculée pour d'autres structures économiques dont le T.E.I. a été conçu de la même manière. C'est précisément cette garantie d'harmonisation des procédures qu'offrent les matrices élaborées par l'Eurostat (1976, 1977, 1978) pour cinq pays de la C.E.E. en 1970. Nous avons donc calculé la circularité structurale de ces cinq économies et ce, à partir des tableaux initiaux à 44 branches mais aussi après les avoir agrégés en 20 puis en 12 secteurs afin d'éliminer le mieux possible l'influence susdite du niveau d'agrégation. Le tableau 3 donne les résultats ainsi obtenus.

**TABLEAU 3 : LA CIRCULARITE STRUCTURALE DANS CINQ STRUCTURES ECONOMIQUES EUROPEENNES**

	$\frac{1 - \Delta}{\Delta}$		
	44 pôles	20 pôles	12 pôles
Allemagne	71,7	27,9	10,8
France	60,6	13,4	5,6
Italie	27,5	7,9	4,5
Pays-Bas	11,7	4,4	2,2
Belgique	9,7	4,8	2,4

Considérons d'abord les structures à 44 pôles. Si l'on range les pays selon la valeur décroissante de  $\frac{1 - \Delta}{\Delta}$ , l'ordre qui apparaît correspond parfaitement à celui du tableau 4 où est calculée pour chaque pays la part des achats intermédiaires de biens nationaux dans la production effective de l'ensemble des branches. Ces taux sont en quelque sorte les coefficients techniques pour une agrégation maximale des T.E.I. (une ligne et une colonne). On comprend que plus ils sont importants, plus la probabilité est élevée d'avoir un grand nombre de circuits et d'avoir des arcs de forte intensité dans ces circuits. Il n'est donc pas surprenant que le classement des pays soit le même dans les tableaux 3 et 4.

TABLEAU IV : PART DES INPUTS INTERMEDIAIRES NATIONAUX DANS LA PRODUCTION TOTALE DE CINQ STRUCTURES ECONOMIQUES

ALLEMAGNE	FRANCE	ITALIE	PAYS-BAS	BELGIQUE
45,1	39,1	36,2	31,4	27,5

Si l'on examine à présent les structures agrégées en 20 ou en 12 secteurs, la circularité de l'économie française ne vaut plus qu'environ la moitié de celle de l'économie allemande et sa supériorité sur la circularité de la structure italienne diminue très fortement. Un changement intervient aussi en ce qui concerne les petits pays : la circularité devient légèrement plus élevée en Belgique au'aux Pays-Bas.

Pour expliquer ces modifications, il est logique de se tourner d'abord vers les circuits de longueur un c'est-à-dire les boucles. Nous avons vu en effet dans la section précédente que les chemins les plus courts portent souvent la plus grande partie de l'influence. Par un raisonnement tout à fait semblable, on peut comprendre que moins un circuit comporte d'arcs, plus l'amplification qu'il engendre a des chances d'être importante.

En étudiant donc les circuits les plus courts, on peut calculer à partir des matrices de coefficients techniques, que la somme  $\sum a_{ii}$  des intensités des boucles pour l'Allemagne, la France et l'Italie passe respectivement de 3,52, 3,43 et 2,73 à 2,05, 1,63 et 1,30 quand les 44 branches sont agrégées en 12 secteurs. Cette évolution des boucles en fonction du niveau d'agrégation est très semblable à celle de la circularité structurale. Il en va de même pour les Pays-Bas et la Belgique puisque  $\sum a_{ii}$  passe respectivement de 2,11 et 1,98 pour 44 branches à 0,97 et 1,04 pour 12 secteurs. On en conclut que les circuits courts jouent sans aucun doute un rôle primordial dans la circularité des structures.

La supériorité de l'intensité des boucles dans la structure allemande explique donc en bonne partie la supériorité de la circularité dans cette économie à tous les niveaux d'agrégation. Elle traduit aussi le développement plus important des entreprises allemandes vers l'amont et vers l'aval. En effet, dès que l'on agrège en un seul secteur certaines des diverses phases de transformation d'un

produit ou la totalité de celles-ci, les secteurs allemands ont une autoconsommation plus forte que ceux des autres pays, ce qui montre bien la plus grande intégration des processus de production en Allemagne.

## CONCLUSIONS

Alors que l'analyse input-output n'explique en rien le processus endogène responsable de l'influence transmise, l'approche structurale éclaire considérablement l'ensemble de ce processus : elle révèle comment l'influence se diffuse à partir d'un pôle, quels chemins elle emprunte et dans quelle mesure elle est amplifiée par les circuits adjacents à chacun de ces chemins. La décomposition du cheminement renseigne ainsi le preneur de décision sur la complexité de la relation structurale à laquelle il est confronté. Elle lui permet de saisir isolément les mécanismes de réaction de certains secteurs malgré l'enchevêtrement des relations interindustrielles. En pratique, elle peut aider à l'élaboration d'une politique localisée et différenciée mais intégrée à la totalité structurale, ou par exemple faciliter la mise en œuvre d'une politique de contrôle ou de régulation.

Le concept d'influence totale, qui est au centre de l'analyse du cheminement, constitue également le fondement d'un outil permettant de mesurer l'ensemble des effets de circuits dans une structure. Une telle quantification de la circularité, nous l'avons vu, enrichit particulièrement l'étude de l'intégration d'économies nationales. Dans la mesure où plusieurs économies d'une même région cherchent souvent à accroître leur interdépendance, il serait aussi intéressant d'étudier la circularité dans des structures formées par des groupes de pays. Ainsi par exemple, si l'on pouvait disposer de tableaux input-output pour la structure que constitue la C.E.E., le calcul de la circularité au sein de celle-ci à différentes dates fournirait un indice utile de la progression de son intégration.

Bien que nous ne l'ayons pas mis particulièrement en évidence, nous devons aussi insister sur le rôle essentiel du graphe d'influence. C'est lui en effet qui autorise l'articulation directe du calcul



matriciel sur la théorie des graphes. Par cette fusion organique des points de vue quantitatif et topologique, il fonde toute l'approche structurale.

Pour terminer, rappelons que nous avons limité notre présentation des outils structuraux à ceux qui, appliqués à des T.E.I., nous paraissent contribuer de façon significative à l'étude des relations intersectorielles. Si l'approche structurale ainsi utilisée possède toutes les limites inhérentes aux hypothèses de l'analyse input-output, son apport dans ce cadre restreint permet aussi d'entrevoir ce qu'elle peut offrir à des modèles dont les hypothèses seraient moins restrictives. Dans cette perspective, un prochain article\* montrera l'intérêt des instruments développés ici lorsqu'ils sont employés sur base de "matrices sociales comptables" qui intègrent non seulement les échanges intersectoriels mais aussi la distribution factorielle de la valeur ajoutée et à partir de celle-ci la distribution des revenus entre catégories socio-professionnelles.

(\*) I. Defourny et E. Thorbecke "Path Analysis for Social Accounting Matrices", à paraître.

## BIBLIOGRAPHIE

DEFOURNY, J., 1979, Apports d'une approche structurale à l'analyse input-output, Mémoire de maîtrise, Université catholique de Louvain.

DEFOURNY, J. et MAREE, M., 1977, Une approche structurale de l'articulation interindustrielle dans des économies sous-développées; tome 1 : le Kenya (1971) et le Pérou (1969); tome 2 : la Corée du Sud de 1960 à 1973, Mémoire, Université de Liège.

DEFOURNY, J., et MAREE, M., 1978, La circularité comme aspect particulier de l'articulation interindustrielle : une approche structurale, Mondes en développement, No 22, pp. 283-314.

EUROSTAT, 1976, Tableau entrées-sorties, Pays-Bas 1970, série spéciale, No 3, O.S.C.E., Luxembourg.

EUROSTAT, 1977, Tableau entrées-sorties, Italie 1970, série spéciale, No 4, O.S.C.E., Luxembourg.

EUROSTAT, 1977, Tableau entrées-sorties, Belgique 1970, série spéciale, No 5, O.S.C.E., Luxembourg.

EUROSTAT, 1977, Tableau entrées-sorties, R.F. Allemagne 1970, série spéciale, No 6, O.S.C.E., Luxembourg.

EUROSTAT, 1978, Tableau entrées-sorties, France 1970, série spéciale, No 7, O.S.C.E., Luxembourg.

GAZON, J., 1976, Transmission de l'influence économique. Une approche structurale, collection de l'I.M.E., No 13, Sirey, Paris.

GAZON, J., 1979a, Une nouvelle méthodologie : l'approche structurale de l'influence économique, *Economie appliquée*, tome XXXII, Nos 2-3, pp. 301-337.

GAZON, J., 1979b, La transmission de l'opinion. Une approche structurale du pouvoir au sein des structures fortement connexes, *Revue d'économie politique*, No spécial, pp. 129-164.

GAZON, J. et NIHON, M., 1976, La dominance économique dans la structure de production belge et ses implications pour une politique de relance, Research paper 7602, CREDEL, Université de Liège.

GORDENNE, P., 1976, Analyse structurale de différents secteurs industriels. Une comparaison internationale pour 1970, Mémoire, Université de Liège.

GREEN, J., et LE GRONTEC, P., 1976, Méthodologie des tableaux entrées-sorties communautaires 1970-1975, série spéciale, No 1, O.S.C.E., Luxembourg.

LANTNER, R., 1972a, L'analyse de la dominance économique, *Revue d'économie politique*, tome LXXXII, No 2, pp. 216-283.

LANTNER, R., 1972b, Recherche sur l'interprétation du déterminant d'une matrice input-output, *Revue d'économie politique*, tome LXXXII, No 2, pp. 435-442.

LANTNER, R., 1974, *Théorie de la dominance économique*, Dunod, Paris.

LANTNER, R., 1976, A propos des phénomènes de pouvoir : une analyse de la structure des relations entre groupes industriels, *Economie appliquée*, tome XXIX, No 2, pp. 297-317.

LEONTIEF, W.W., 1966, *Input-Output Economics*, New Oxford Press.

MAREE, M. et DEFOURNY, J., 1979, Les secteurs stratégiques pour une relance de l'activité économique en R.F.A. et en France, Research paper 7905, CREDEL, Université de Liège.

MARTINS-CRUZ, J., 1979, Analyse structurale du tableau entrées-sorties du Portugal pour 1974, Mémoire, Université de Liège.

NIHON, M., 1975, Analyse structurale du tableau entrées-sorties de la Belgique pour 1965, Mémoire, Université de Liège.

PERROUX, F., 1948, Esquisse d'une théorie de l'économie dominante, *Economie appliquée*, Archives de l'I.S.E.A., Nos 2-3.

PERROUX, F., 1964, *L'économie du XXe siècle*, P.U.F., Paris.

PERROUX, F., 1971, Structuralisme, modèles économiques, structures économiques, *Economie appliquée*, tome XXIV, No 3, pp. 329-351.

PERROUX, F., 1973, *Pouvoir et économie*, Bordas, Paris.

ZIMMERMAN, F., 1979, Analyse de la dominance économique. Un modèle de la dominance par l'offre à partir des données d'un tableau d'échanges interindustriels, *Revue d'économie politique*, No 4, pp. 528-543.

## RESUME

Une approche structurale pour l'analyse input-output : un premier bilan

L'approche structurale élaborée par R. Lantner (1974) et J. Gazon (1976) a été utilisée à diverses reprises pour enrichir l'analyse traditionnelle de tableaux input-output. Cet article montre que dans un tel cadre, l'apport de cette approche est essentiellement double. D'une part l'étude du cheminement de l'influence économique permet l'appréhension précise des mécanismes qui, suite à une variation de la demande finale à un secteur d'activité, engendrent des variations dans le niveau de production des autres secteurs. D'autre part, la mesure de la circularité, c'est-à-dire des phénomènes de circuits, permet de mieux saisir le niveau d'intégration d'une structure économique.

Le caractère opérationnel de ces outils structuraux est illustré par des applications aux T.E.I. de cinq pays de la C.E.E.

## ABSTRACT

*A Structural Approach for the Input-Output Analysis : A First Appraisal*

*The structural approach introduced by R. Lantner (1974) and J. Gazon (1976) has been used several times in order to go further than the traditional analysis of input-output tables. This paper shows that within such a framework, the contribution of the structural approach is basically twofold. Firstly, a path analysis of the economic influence allows to understand precisely the mechanisms which, given a variation of the final demand to a sector of production, induce changes in the production level of other sectors. Secondly, a measure of the circularity, i.e. the phenomena of circuit, helps to apprehend the level of integration of an economic structure.*

*In order to illustrate the practicability of these structural concepts they have been applied to input-output tables of five E.E.C. countries.*