MASTER EN SCIENCES ÉCONOMIQUES ORIENTATION GÉNÉRALE À FINALITÉ SPÉCIALISÉE

La théorie de l'attraction : une application à la province de Liège

Lambrecht, Micheline

Award date:
1972

Awarding institution:
Universite de Namur

FACULTÉS UNIVERSITAIRES NOTRE-DAME DE LA PAIX - NAMUR
FACULTÉ DES SCIENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES
ANNÉE ACADÉMIQUE 1971-1972

LA THEORIE DE L'ATTRACTION

UNE APPLICATION A LA PROVINCE DE LIÈGE

Micheline LAMBRECHT

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE LICENCIÉE ET MAITRE EN SCIENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

Jury du mémoire :
MM. J. VAN GINDERACHTER
C. JAUMOTTE

à mes parents,

C'est avec joie que je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance aux personnes et institutions qui ont permis la réalisation de ce mémoire.

Toute ma gratitude va à Monsieur J. Van Ginderachter pour le soutien attentif qu'il fut tout au long de notre entreprise et pour le grand soin qu'il a apporté à la lecture de nos nombreuses copies, s'efforçant de nous y faire introduire à la fois rigueur et esprit concret. C'est à son sens pratique de l'organisation et à sa disponibilité que nous devons d'avoir terminé ce travail dans les délais prévus.

Je suis très reconnaissante aussi à Monsieur C. Jaumotte pour la pertinence de ses remarques et conseils sur le fond et la forme de notre mémoire qui nous ont beaucoup aidée à préciser et à développer notre connaissance de la théorie.

Je remercie vivement Monsieur J. Paelinck pour l'acc euil chaleureux qu'il nous a réservé dans le cadre du Nederlands Economisch Intituut. Ne négligeant rien pour nous fournir d'excellentes conditions de travail au sein du centre de recherches, il est l'élément moteur de ce mémoire. En corrigeant nos premiers textes et en répondant avec infiniment de bienveillance à nos nombreuses questions, il nous a permis de clarifier et de construire les fondements de la première partie. Pour nous permettre d'utiliser le programme des Asturies, il n'a pas hésité à nous offrir la collaboration de Monsieur Bas Van Holst dont la compétence, l'enthousiasme et la gentillesse nous ont aidée à surmonter bien des difficultés.

Enfin, je remercie le Gouvernement des Pays-Bas qui, par l'octroi d'une bourse, dans le cadre des Accords Culturels avec la Belgique, nous a ôté tout souci matériel lors de notre fructueux séjour à Rotterdam et permis de faire plus ample connaissance avec leur pays.

INTRODUCTION.

La théorie de l'attraction, tout en cherchant à préciser, pour chaque industrie, les critères qui déterminent sa localisation et sa dimension, apporte finalement des éléments de réponse à une question essentielle que se pose le responsable de la politique économique régionale : quelle industrie installer ou développer dans une région ?

La première partie de ce mémoire vise à exposer de manière synthétique et critique ce qui s'est fait jusqu'à présent en matière d'attraction, tant au niveau de la théorie que de l'application.

Il s'agit tout d'abord de définir les qualités de l'industrie à promouvoir, de l'"industrie motrice". On la repérera plus aisément par un système complet de relations interindustrielles; à ce niveau, la théorie de l'attraction présente deux avantages par rapport à l'analyse input-output (chapitre I).

La démarche de L.H.Klaassen et les principes qu'il place à la base de la théorie de l'attraction (chapitre II) nous permettent de comprendre le modèle statique d'attraction par les niveaux de production spécifique à une industrie et son interprétation (chapitre III), sa procédure d'estimation et les applications de L.H. Klaassen et A.C. Van Wickeren (chapitre IV).

Partant de la forme réduite du modèle spécifique, on élabore le modèle général d'attraction pour l'ensemble des industries que l'on peut comparer au modèle mathématique de l'analyse input-output (chapitre V); la matrice d'attraction dégagée permet le calcul de multiplicateurs régionaux sectoriels, comme dans les travaux de L.H. Klaassen et A.C. Van Wickeren (chapitre VI).

Pour pallier au manque de statistiques régionales concernant les niveaux de production des différentes industries, L.H. Klaassen et A.C. Van Wickeren ont élaboré des modèles d'attraction par les niveaux de l'emploi (chapitre VII).

Le dernier modèle statique que nous présenterons est le modèle dit "des Asturies", appliqué l'an passé au Nederlands Economisch Instituut de Rotterdam, dans une étude pour l'O.C.D.E. Se situant dans la lignée du modèle de production et des modèles d'emploi, il est surtout remarquable par sa procédure d'estimation (chapitre VIII).

Des modèles dynamiques d'attraction, comme ceux construits par A.C. Van Wickeren et J.H.P. Paelinck, pourraient être d'un grand intérêt pour décrire le chemin de développement optimal d'une région mais leur application se révèle difficile vu leur complexité et les problèmes statistiques qu'ils soulèvent (chapitre IX).

Dans une seconde partie, nous avons testé la théorie de l'attraction à l'aide des données dont nous disposions pour la province de Liège. Cette application présente par rapport à ce qui s'est fait jusqu'à présent une innovation : elle utilise des séries temporelles, pour la période 1958-1968, pour une seule région, alors que les études antérieures s'étaient faites sur un ensemble de régions pour une année déterminée. Nous n'avons pas utilisé un modèle dynamique, soulignons-le; pour éviter la multicollinéarité et les problèmes qui en seraient résultés, nous avons choisi d'appliquer le modèle "des Asturies".

TABLE DES MATIERES.

Première partie : La théorie de l'attraction.

Chapitre I : Les industries motrices 2

1-1 Introduction 2

1-2 Activités fondamentales et non-fondamentales 3

1-3 Multiplicateurs régionaux et industries motrices 5

1-4 Voies de détermination des industries motrices 7

Chapitre 2 : Principes à la base de la théorie de l'attraction 10

2-1 Méthodes antérieures à la théorie de l'attraction 10

2-2 Frais de communication et orientation de l'industrie vers l'offre ou la demande 10

2-3 La démarche de Klaassen 12

2-4 La région pertinente 13

Chapitre III : Version statique de la théorie originale de l'attraction - le modèle d'attraction de Klaassen par les niveaux de production, spécifique à une industrie 15

3-1 But du modèle 15

3-2 Fondements du modèle 15

3-3 Hypothèses de base 16

3-4 Elaboration du modèle 16

3-5 Nature et signification des λ 21

3-6 Discussion des coefficients d'attraction 22

3-7 Introduction de variantes régionales 24

3-8 La toute première version du modèle 24

Chapitre IV : L'estimation du modèle spécifique 26

4-1 La procédure d'estimation 26

4-2 Précisions sur la région pertinente 28

4-3 Note : offre et demande d'une même industrie 29

4-4 Première application : celle de Klaassen (1967) 29

4-5 Deuxième application : celle de Klaassen et Van Wickeren (1969) 30

4-6 Appréciation du modèle spécifique d'attraction 33

Chapitre V : Le modèle général d'attraction - Une comparaison des modèles mathématiques de la théorie de l'attraction et de l'analyse input-output 39

5-1 Parallélisme entre le modèle général d'attraction et le modèle input-output 39

5-2 Mise sous forme matricielle du modèle général d'attraction 39

5-3 Deux différences essentielles dans les modèles de la théorie de l'attraction et de l'analyse input-output 41

5-4 Appréciation du modèle général d'attraction 43

Chapitre VI : Les multiplicateurs régionaux sectoriels 45

6-1 Multiplicateurs matriciel et sectoriels de l'analyse input-output 45

6-2 Multiplicateurs matriciel et sectoriels dans la théorie de l'attraction 46

6-3 Interprétation comparée de la matrice d'attraction et de son inverse 47

6-4 Un premier exemple : l'application de Klaassen et Van Wickeren (1969) 48

6-5 Un second exemple : l'analyse de Van Wickeren (1971) 51

Chapitre VII : Les modèles d'emploi 56
7-1 Origine 56
7-2 Le modèle d'emploi de Klaassen 56
7-3 Le modèle d'emploi de Van Wickeren 57

Chapitre VIII : Le modèle des Asturies 60
8-1 But de l'étude sur L'industrie productrice et transformatrice d'acier en Europe occidentale 60
8-2 Structure de l'étude 60
8-3 Portée de l'étude 61
8-4 Fondements du modèle des Asturies 61
8-5 Le modèle des Asturies 62
8-6 Procédure d'estimation du modèle des Asturies 66
8-7 Recherche des multiplicateurs du complexe 70
8-8 Principaux résultats de l'Etude sur l'industrie productrice et transformatrice d'acier en Europe occidentale 71
8-9 Conclusions 74

Chapitre IX : Dynamisation de la théorie de l'attraction 75
9-1 Le modèle dynamique de Van Wickeren 75
9-2 Le modèle dynamique de J. Paelinck 80

Conclusion de cette première partie 83

Deuxième partie : une application à la province de Liège

Préliminaire 86

A : Détermination du modèle et sélection des variables 88

A-1 Utilisation d'un modèle de production 88

A-2 Mode d'approche des variables explicatives 89

A-3 Ecriture définitive du modèle 89

A-4 Sélection des variables 90

B : Organigramme des calculs 93

C : Détail des différentes étapes et étude des résultats 94

C-1 L'analyse factorielle 94

C-2 Calcul de la matrice des relations endogènes par analyse factorielle 100

C-3 L'analyse de régression sur forme réduite 100

C-4 Correction de la matrice des relations endogènes obtenue au moyen de l'analyse factorielle (A^*) par $(\widehat{I-R^2})$ 102

C-5 Conversion en valeurs originales 102

C-6 Les effets multiplicateurs 105

D : Conclusions 109

Annexe.

PREMIERE PARTIE :

LA THEORIE DE L'ATTRACTION

CHAPITRE I : LES INDUSTRIES MOTRICES.

1-1. Introduction.

Un problème primordial qui se pose à tout responsable d'une politique régionale d'industrialisation est l'identification de la (ou des) industrie(s) à installer ou à développer dans une région donnée.

Cette industrie saura stimuler au mieux les autres activités de la région (1) en maximisant les rendements d'échelle et les économies externes, en provoquant des automatismes de croissance, en développant les effets multiplicateurs, en augmentant le revenu de la région, en provoquant en amont et en aval de sa filière de production tout un complexe d'activités intégrées et se révélera ainsi le centre d'un véritable "pôle de croissance" au sens où l'entendait F. Perroux (2).

Elle sera, suivant la terminologie habituelle des analyses économiques régionales, une activité fondamentale, "de base", par opposition aux activités non-fondamentales (en anglais, "basic" et "non-basic" industries).

---

(1) Dans tout notre exposé, industrie aura un sens plus large que d'ordinaire et sera synonyme d'activité économique. Ainsi, ce terme pourra désigner les activités proprement industrielles, comme la sidérurgie, la chimie, mais il représentera également l'agriculture, les services etc.

(2) F. Perroux - "Note sur la notion de pôles de croissance" Economie appliquée, 1 et 2, 1955.
et la définition de D.F. Darwent, 1969 : "un ensemble hautement interrelié de forces économiques qui stimulent la croissance régionale".

1-2. Activités fondamentales et non-fondamentales.

Par activité non-fondamentale, on entend (1) l'activité qui doit, pour des raisons économiques, s'exercer nécessairement à l'intérieur de la région considérée.

C'est le cas, par exemple, des commerces de détail, banques, compagnies d'assurance qui ne sont rentables qu'à la condition d'avoir des contacts directs, rapides, peu coûteux avec les industries locales et la population.

Comme il en est de même dans chaque région pour cette activité, elle ne donnera lieu à aucune exportation ou importation de ses produits et ainsi, à aucun commerce interrégional.

L'activité fondamentale est celle dont les effets ne se remarquent pas nécessairement uniquement dans la région où elle est localisée. Ainsi, elle peut très bien exporter ses produits vers les autres régions.

Les industries chimiques, sidérurgiques, de fabrications métalliques sont des exemples d'industries qui étendent souvent leur marché au-delà de la région considérée et qui doivent d'ailleurs également recourir aux importations pour certaines de leurs matières premières.

Disposer d'une activité fondamentale, pour une région, aura toujours un effet bénéfique sur sa balance des paiements car elle lui permettra de réduire les fuites de revenus en diminuant les importations des produits qu'elle crée et d'augmenter par ses exportations l'afflux des revenus en provenance de l'extérieur.

Il est évident que la taille de la région considérée

---

(1) Pour un exposé plus complet, s'en référer à l'article de L.H. Klaassen et A.C. Van Wickeren /5/.

jouera un rôle très important dans la définition des activités fondamentales et non-fondamentales, une même activité pouvant endosser successivement chaque caractéristique. Ainsi, au niveau d'une petite localité, pratiquement toutes les activités sont fondamentales, mais la plupart deviendront non-fondamentales au niveau du pays. Plus celui-ci est grand et plus le nombre de ses activités fondamentales diminue, ce qui est en rapport avec la théorie du commerce international d'après laquelle plus un pays est grand, moins il dépend du commerce extérieur (que l'on compare l'importance, par rapport à leur PNB, du commerce extérieur pour deux pays comme les Etats-Unis et la Belgique, respectivement 3,56% et 42,80 %).

C'est pour cette raison que W. Leontief (1) a introduit les concepts d'activités locales, régionales et nationales qui ont été par la suite développés par W. Isard (2) d'après les définitions suivantes :

- biens nationaux : ceux dont la production et la consommation s'équilibrent seulement dans l'ensemble de la nation.
- biens régionaux du 1er ordre : ceux dont la production et la consommation s'équilibrent dans l'ensemble de la nation et dans chaque région du 1er ordre.
- biens régionaux du 2ème ordre : ceux dont la production ... dans l'ensemble de la nation, dans chaque région du 1er et du 2èmeordre.

...

- biens régionaux du (n-1)^{ème} ordre : ceux dont ... dans l'ensemble de la nation, dans chaque région du 1er,

---

(1) W. Leontief - Studies in the structure of the american economy - Oxford University Press - N-Y, 1953

(2) W. Isard - Methods of regional analysis - An introduction to regional science - Massachussets - New-York - London 1960, pp. 345-346.

$2^{ème}$,... et du $(n-1)^{ème}$ ordre.

- biens locaux : ceux dont ... dans l'ensemble de la nation, dans chaque région du 1^{er}, $2^{ème}$, $3^{ème}$ ...$(n-1)^{ème}$ ordre et dans chaque aire du $n^{ème}$ ordre (localité).

Une région du $i^{ème}$ ordre ne se définissant pas uniquement à l'aide de critères géographiques ou administratifs mais plutôt sur base de critères économiques tels le niveau du PIB, le type d'activité prédominant : primaire, secondaire, tertiaire, la structure industrielle ... etc. Malgré une superficie sensiblement égale, la région parisienne et la Corse, par exemple, ont des caractéristiques et une importance économiques très différentes.

Jan Tinbergen a égalemnt basé sa Théorie de la Hiérarchie sur ces distinctions (1).

1-3. Multiplicateurs régionaux et industries motrices.

Nous avons vu les répercussions favorables de la présence d'une activité de base sur la balance des paiements régionale. Le revenu ainsi créé va être partiellement affecté, dans la région, à l'achat de produits et services des industries non-fondamentales, et ce avec un effet répétitif, qui va donner lieu à ce que Klaassen et Van Wickeren appellent le multiplicateur régional moyen de la demande (average regional demand multiplier).

Plus la région choisie est grande et plus ce multiplicateur sera élevé, car si la taille de la région augmente, plus d'activités sont non-fondamentales et un accroissement du niveau des activités de base aura davantage de répercussions sur elles et donc sur la région.

---

(1) J. Tinbergen - Shaping the World Economy - The Twentieth Century Fund - New-York - 1962.

L'activité fondamentale peut elle-même acheter des biens ou des services à des activités éventuellement non-fondamentales de la région, provoquer des activités secondaires (par exemple, un service de transports) dont l'importance dépend largement de la nature de l'activité qui les a fait naître et engendrer un <u>multiplicateur régional de demande pour les différentes industries</u>.

La taille de la région est très importante aussi pour les activités secondaires générées par l'industrie de base, car c'est elle qui détermine si ces activités seront localisées ou non dans la région. Plus la région est grande, et plus il y aura de chances pour que ces activités secondaires soient localisées dans la même aire que l'industrie première.

L'industrie de base demande des biens et services aux autres industries mais elle peut aussi <u>offrir</u> des produits dont ces autres activités (non-fondamentales) ont besoin. Ainsi, des raffineries de pétrole peuvent provoquer la naissance ou le développement d'activités secondaires en leur fournissant les inputs dont elles ont besoin.

La localisation d'une industrie de base dans une région fait donc naître des effets de demande mais aussi des effets d'offre qui, à leur tour, vont provoquer des effets de demande. Le <u>multiplicateur régional total</u> tiendra compte de tous ces effets. Une industrie qui crée plus d'effets d'offre qu'une autre aura un multiplicateur plus élevé.

Les industries ayant le multiplicateur régional total le plus élevé seront appelées "<u>industries motrices</u>" ("propulsive industries"), ou <u>stratégiques</u>.

1-4. Voies de détermination des industries motrices.

C'est la connaissance de ces industries motrices qui intéresse la politique industrielle régionale. Ces industries se doivent d'être des industries de croissance, du moins dans la plupart des cas.

Généralement, elles possèdent les caractérsitiques suivantes : une productivité très élevée de la main d'oeuvre et un taux d'accroissement du produit qui les font se maintenir à la pointe du progrès, une automation poussée dans les processus de production et de gestion, de grosses unités de production et surtout des taux d'échanges interindustriels très élevés, aspect plus particulier par lequel nous allons principalement les étudier.

Comment faire pour les repérer ? Etudier pour chaque industrie de base les activités non-fondamentales stimulées par elle ? Mais une même activité non-fondamentale peut être stimulée par plusieurs activités de base, comment repérer la part d'influence qui revient à chacune ? Comment déterminer si une industrie de base s'est installée à cause d'une autre industrie de base, et de laquelle ? ...etc.

Il est donc difficile de repérer les influences respectives à moins d'incorporer toutes les relations interindustrielles dans un système complet au niveau de la région choisie.

C'est ainsi que le tableau input-output peut paraître très utile car il spécifie les relations interindustrielles par les flux de monnaie.

On serait ainsi tenté de dire que plus élevé est le flux de monnaie entre deux industries, plus ces deux industries dépendent l'une de l'autre et plus elles auront tendance à se localiser l'une près de l'autre. Ces flux pourraient donc être considérés comme une première approximation du degré d'attraction entre deux industries. Mais il ne faudrait pas généraliser : deux industries pauvent être áttirées très fort l'une par l'autre alors que les flux en valeur de leurs échanges sont peu élevés, soit pour minimer des frais de transport qui sinon seraient, par rapport au profit, très coûteux (notamment dans l'approvisionnement de matières premières lourdes), soit pour d'autres raisons : infrastructure, facilités, centre commercial etc qui les font se grouper sans pour autant qu'elles entretiennent des rapports étroits (c'est souvent le cas des banques, compagnies d'assurance et autres services).

La <u>théorie de l'attraction</u>, elle, fera intervenir ces frais de transport et autres éléments (dénommés par Klaassen frais de communication avec les autres industries) qu'elle placera d'ailleurs à la base même de son modèle.

L'<u>analyse input-output</u> permet de calculer les <u>multiplicateurs</u> de revenu et d'emploi à partir de la matrice de Leontief (I-A), où I est la matrice unitaire et A la matrice des coefficients techniques, et donne les changements intervenant dans production suite à un accroissement de demande finale à l'aide de l'équation :

$$\underline{q} = (I-A)^{-1} . \underline{f}$$

où $\underline{q}$ est le vecteur des productions des différentes industries et $\underline{f}$ le vecteur de demande finale s'adressant à ces industries. Mais les multiplicateurs de l'analyse input-output n'envisagent, sur la production, que l'impact de la demande. Ils montrent quels sont, suite à un accroissement d' une unité de la demande finale pour le produit d'une industrie, les effets directs (cet accroissement de demande finale) et indirects (l'augmentation de la demande intermédiaire adressée à cette industrie) sur le niveau de production de cette industrie.

La théorie de l'attraction, tout en montrant le rôle de la demande finale, joindra à l'impact de la demande intermédiaire des autres industries l'influence qu'elles sont susceptibles d'exercer sur l'industrie étudiée en lui offrant les produits dont elle a besoin. Les multiplicateurs de la théorie de l'attraction tiendront compte à la fois de l'aspect demande et de l'aspect offre.

Ce sont ces deux apports supplémentaires de la théorie de l'attraction, introduction des frais de transport et de communication, aspect offre de la demande intermédiaire, qui permettront d'étudier de façon plus réaliste et plus opérationnelle les phénomènes de polarisation et de forces d'attraction pour une industrie donnée dans une région déterminée.

Nous ferons plus loin une comparaison des modèles mathématiques des deux types d'analyse : input-output et théorie de l'attraction.

CHAPITRE II : PRINCIPES A LA BASE DE LA THEORIE DE L'ATTRACTION.

2-1. Méthodes antérieures à la théorie de l'attraction.

Plusieurs méthodes cherchent à déterminer les industries susceptibles d'être attirées dans une région. Un exposé de ces méthodes pourra être trouvé dans l'ouvrage de Klaassen, réalisé pour l'O.C.D.E. [4].

La méthode adoptée par Klaassen est fondée sur celle des relations interindustrielles pondérées, qui est en fait une version amplifiée et modifiée de la méthode des accès de Perloff. Celle-ci visait à examiner simultanément la structure de la région et celle de l'industrie étudiée du point de vue de l'accès au marché et aux inputs. Mais dans le cas où certains produits de demande finale doivent être importés, des inputs étant importés et d'autres exportés, comment discerner s'il est intéressant pour une industrie de se localiser ou non dans la région ? Celà dépend de l'importance relative, mesurée au moyen de coefficients de pondération, que l'entrepreneur attribue aux différents flux d'inputs et d'outputs. La méthode des relations interindustrielles pondérées proposait de prendre comme facteurs de pondération, les frais de transport par unité monétaire d'input ou d'output.

2-2. Frais de communication et orientation de l'industrie vers l'offre ou la demande.

Cependant, excepté pour quelques industries lourdes et certaines industries agricoles, les frais de transport matériel jouent actuellement, dans la dispersion des activités dans l'espace, un rôle de plus en plus minime (1) face à l'importance de contacts directs, rapides avec les activités connexes, les services, les banques, les détaillants, les grossistes et.. des exigences d'information, d'énergie, de main d'oeuvre, de marché ... etc. L'ensemble de ces contraintes est dénommé par Klaassen communications avec les secteurs connexes. Si l'on veut, les frais de transport sont des dépenses consacrées au franchissement d'une distance matérielle, les frais de communication étant celles permettant de réduire un écart, une distance économique (2).

Mais on ne saurait mesurer de façon directe l'importance qu'il faut accorder à tous ces frais de communication et à leur influence sur la répartition régionale des industries. Comme il est manifeste que, pour une industrie, la plupart des frais de communication et de transport découlent de ses relations avec les autres industries et son marché de vente finale, les modèles d'attraction développés au départ se concentrent sur ces relations.

L'importance de la production d'une industrie dans une région dépend à la fois du volume de la demande régionale pour ses produits et des fournitures qu'elle peut trouver sur place. Si l'industrie accorde autant d'importance aux deux aspects, elle est dite équilibrée. Si elle se préoccupe surtout des débouchés pour ses produits, elle est dite orientée vers le marché; si elle s'intéresse davantage aux approvisionnements, elle est orientée vers l'offre.

---

(1) Déjà, en 1962, Luttrel (Factory Location and Industrial Mouvement, Londres) estimait que deux tiers de l'industrie britannique pouvaient être considérés comme indépendants des frais de transport.

(2) Les coûts de communication eux aussi diminuent avec la distance, mais pas nécessairement de façon linéaire.

L'industrie se tournera vers l'offre ou la demande suivant l'importance des frais de communication et de transport qui jouent donc un grand rôle sur le pouvoir d'attraction de la région. Des coûts de communication et de transport élevés avec les autres industries donnent lieu à une concentration industrielle; des coûts de communication et de transport élevés relatifs à la demande finale donnent lieu à une localisation vers le marché des consommateurs.

Communication (au sens large, incluant les transports) devient donc synonyme d'attraction : plus les coûts de communication entre deux industries sont élevés et plus l'attraction entre ces deux industries est grande.

2-3. La démarche de Klaassen.

Klaassen établit, par le biais d'hypothèses sur les frais de transport et de communication, une relation entre, d'une part, la production brute d'une industrie dans une région et d'autre part, la demande de ses produits émanant de toutes les autres industries et de tous les secteurs de la demande finale, jointe aux ressources régionales capables de couvrir les principaux besoins de l'industrie en question.

Une correspondance étroite entre la répartition régionale de la demande et la production permettra de conclure qu'une industrie est orientée vers la demande; une correspondance étroite entre la répartition d'un ou plusieurs inputs nécessaires à l'industrie et sa production permettra de dire qu'elle est orientée vers l'offre. Si l'on ne distingue aucune correspondance de ce genre, on pourra dire de l'industrie qu'elle est "libre de toute entrâve" (footloose industry) en ce qui concerne ses frais de transport et de communication.

2-4. La région pertinente.

La distinction entre industrie fondamentale et non-fondamentale ne peut être faite que si l'on précise les dimensions de la région étudiée, ou mieux, si l'on trouve pour l'industrie étudiée la "région pertinente" (relevant region).

Celle-ci est, par analogie avec l'analyse de Leontief et Isard (cfr p.4), la région à l'intérieur de laquelle production et consommation (du bien produit lorsque l'industrie est orientée vers la demande, du bien acheté lorsque l'industrie est orientée vers l'offre) s'équilibrent et, par suite, la région à l'intérieur de laquelle l'industrie étudiée, par rapport à ce bien, est libre de s'installer n'importe où.

Si l'industrie est orientée , par exemple, vers la demande, il se peut cependant que, pour la région prise comme cadre au départ de l'analyse, le coefficient de corrélation indiquant le degré de correspondance entre production et consommation soit relativement faible. Klaassen [4] conclut que l'industrie est bien orientée vers la demande, mais que la région pertinente pour cette industrie est plus vaste. On augmente alors progressivement la taille de la région jusqu'à ce que le coefficient de corrélation soit suffisamment élevé et l'on a la région pertinente.

C'est ainsi que l'analyse de Klaassen sera menée, dans le cas idéal où on dispose de statistiques au niveau de régions de tailles différentes, en partant des données concernant les régions les plus petites et en augmentant progressivement la taille de la région jusqu'à trouver la région pertinente pour l'industrie étudiée.

Plus une industrie est orientée vers l'offre et plus est étendue la région pertinente. De plus, si une industrie est complètement orientée vers l'offre et s'il n'existe aucune correspondance entre la répartition géographique de l'offre et de la demande, la région pertinente correspond à l'ensemble du pays (comme pour une industrie libre de s'implanter partout dans le pays).

Une industrie orientée vers la demande régionale sera généralement une industrie non-fondamentale, cette notion se définissant dans le cadre de la région pertinente. En effet, vu que l'industrie est complètement orientée vers le marché, celà signifie que sa production est égale à la consommation de la région pertinente, qu'il n'y aura donc aucun commerce interrégional de ses produits à partir de cette région.

CHAPITRE III : VERSION STATIQUE DE LA THEORIE ORIGINALE DE L'ATTRACTION - LE MODELE D'ATTRACTION DE KLAASSEN PAR LES NIVEAUX DE PRODUCTION SPECIFIQUE A UNE INDUSTRIE.

Afin de clarifier et de faciliter la lecture de ce mémoire, nous avons préféré utiliser une même symbôlique pour présenter les différents modèles. Empruntant des notations aux divers auteurs, nous avons surtout veillé à respecter les intentions de chacun.

3-1. But du modèle.

Le modèle vise à expliquer comment, via sa production, la dimension et la localisation d'une industrie spécifique dans une région donnée sont déterminées par :

- la demande finale pour ses produits
- la demande interindustrielle pour ses produits
- l'offre d'inputs par les autres industries.

Demande finale et demande interindustrielle sont généralement regroupées en demande totale.

3-2. Fondements du modèle.

La construction du modèle repose sur l'importance que Klaassen accorde aux coûts de transport et surtout de communication. Ces coûts sont censés empêcher les activités de s'étendre arbitrairement sur un espace donné. Dès lors, la quantification des relations entre deux ou plusieurs industries, au niveau régional, au moyen de ces coûts, permettra de mesurer le degré d'attraction entre ces industries.

Klaassen part du principe que les niveaux relatifs des coûts de communication et de transport pour les produits et les ressources d'une industrie déterminent à la fois la capacité d'en exporter les produits hors de la région et l'aptitude à importer les ressources des autres régions.

3-3. Hypothèses de base.

Klaassen pose les hypothèses suivantes :

- les coûts de communication et de transport pour une unité de vente du produit k sont nuls à l'intérieur de la région, égaux à t_{kd} lorsqu'il s'agit d'exporter.
- ces mêmes coûts pour une unité du produit l sont nuls lorsque cette unité est acquise dans la région, égaux à t_{lk} lorsqu'elle est importée.

Donc, il n'envisage que les coûts de transport et de communication interrégionaux, ces coûts étant supposés, dans un premier temps, indépendants de la distance.

3-4. Elaboration du modèle.

Par définition, en économie fermée,

$$ {}_j g_k \triangleq {}_j s_k + {}_j f_k \qquad (3\text{-}4.1)$$

$$ {}_j g_k \triangleq {}_j r_k + {}_j v_k \qquad (3\text{-}4.2)$$

où j est l'indice de la région étudiée $\quad j = 1,2, \ldots m$

k est l'indice de l'industrie étudiée $\quad k = 1,2, \ldots n$

C'est à dire que la production brute de l'industrie k dans la région j ($_jg_k$) peut s'exprimer :

- soit (3-4.1) comme le total de ses livraisons à la demande intermédiaire régionale ($_js_k$) et à la demande finale régionale ($_jf_k$), ce qui revient à lire le tableau input-output en ligne.
- soit (3-4.2) comme le total de ses achats, à l'intérieur de la région, en produits intermédiaires ($_jr_k$) et de la valeur qu'elle y ajoute ($_jv_k$), ce qui revient à lire le tableau input-output en colonne.

Si <u>l'industrie est exportatrice</u>, $_jx_k \stackrel{\Delta}{=} {_jg_k} - {_jd_k}$,(3-4.3) on obtient une identité où $_jd_k = {_js_k} + {_jf_k}$. Les exportations de l'industrie k en dehors de la région j sont posées égales à la différence entre la production brute de ses produits dans la région j et la demande totale pour ces produits dans la région j.

Si <u>l'industrie k est importatrice</u>, $_jm_{lk} \stackrel{\Delta}{=} {_jr_{lk}} - {_js_{lk}}$(3-4.4). Les importations en produits intermédiaires de l'industrie l (l= 1,2, ... ,n) par l'industrie k sont égales à la différence entre l'ensemble des besoins de l'industrie k en biens de l ($_jr_{lk}$) et ce que l'industrie régionale peut lui fournir en ces biens ($_js_{lk}$).

En développant : $_jm_{lk} \stackrel{\Delta}{=} a_{lk} \cdot {_jg_k} - b_{lk} \cdot {_jg_l}$ (3-4.5)

c'est à dire que $_jr_{lk} = a_{lk} \cdot {_jg_k}$

a_{lk} est un <u>coefficient technique</u>, coefficient input-output total reliant la production totale $_jg_k$ aux produits intermédiaires de l'industrie l nécessaires à cette production.

$_js_{lk} = b_{lk} \cdot {_jg_l}$

b_{lk} est un <u>coefficient d'allocation</u>, tiré d'un tableau input-output également, mais dans le sens horizontal, indiquant le pourcentage de la production ${}_{j}g_{l}$ qui est délivré à l'intérieur de la région j au processus de production k.

k étant une industrie qui peut soit exporter, soit importer, soit les deux, on peut exprimer les <u>frais totaux de communication et de transport</u> affectant la localisation <u>de l'industrie k dans la région j</u> (${}_{j}T_{k}$) de la manière suivante :

$$ {}_{j}T_{k} \equiv t_{kd} \cdot {}_{j}x_{k} + \sum_{l} t_{lk} \cdot {}_{j}m_{lk} \qquad (3\text{-}4.6) $$

C'est une identité où, suite à l'hypothèse de nullité des coûts de communication et de transport à l'intérieur de la région, ces coûts pour l'industrie k de la région j (${}_{j}T_{k}$) s'obtiennent en totalisant ceux se rapportant à l'exportation du produit k ($t_{kd} \cdot {}_{j}x_{k}$) et ceux entraînés par l'importation de ses différents inputs l ($\sum_{l} t_{lk} \cdot {}_{j}m_{lk}$). Il est évident que pour une industrie non-fondamentale, où par définition le t_{kd} est prohibitif, le ${}_{j}x_{k}$ sera nul.

En remplaçant ${}_{j}x_{k}$ et ${}_{j}m_{lk}$ par leurs valeurs obtenues précédemment dans les équations (3-4.3) et (3-4.5), on obtient <u>l'équation de base du modèle d'attraction</u> :

$$ {}_{j}T_{k} \equiv t_{kd}({}_{j}g_{k} - {}_{j}d_{k}) + \sum_{l} t_{lk}(a_{lk} \cdot {}_{j}g_{k} - b_{lk} \cdot {}_{j}g_{l}) \qquad (3\text{-}4.7) $$

Chaque industrie encourera, suivant sa nature, un certain niveau de frais transport et de communication, niveau qui influera sur la taille de la région pertinente. En d'autres termes, pour chaque industrie existera une taille différente de la région pertinente.

Tous les services de transport et de communication sont supposés être rendus par des industries appartenant à la région j elle-même. Ces services n'entraînent donc aucun coût de transport et de communication et donc n'exercent aucune attraction.

Nous présentons à ce stade, une version plus récente, légèrement remaniée du modèle original de Klaassen, dûe à J. Paelinck [7]. Nous exposerons plus loin, brièvement le modèle tel que Klaassen l'avait présenté dans l'annexe de son livre pour l'O.C.D.E. et sur lequel certains tests (notamment ceux de son ouvrage et ceux de l'article écrit en collaboration avec Van Wickeren [5]) avaient été basés.

Les coûts de communication et de transport de l'industrie k dans la région j sont reliés à sa production de la manière suivante :

$$ {}_jT_k \equiv a_{tk} \cdot {}_jg_k + {}_j\varepsilon_k \qquad (3\text{-}4.8) $$

Nous sommes dans l'hypothèse d'une firme qui maxime les avantages de sa localisation. Sachant qu'elle ne pourra trouver tous ses inputs et ne saura écouler tous ses outputs sur place, elle est prête à engager un certain montant de frais de communication et de transport concernant ses importations et exportations, ce montant pouvant être exprimé comme une fraction a_{tk} de sa prodution. a_{tk} représente les coûts unitaires de communication et de tranport pour l'industrie k; c'est un coefficient input-output au même titre que tout autre a_{lk}.

A supposer que les frais de communication et de transport pour l'industrie k dans la région j soient trop élevés (${}_jT_k > a_{tk} \cdot {}_jg_k$), l'industrie k ne viendra s'y installer ou n'y restera que si d'autres avantages, diminuant les autres coûts auxquels elle doit faire face ou augmentant son profit, interviennent. Ces avantages peuvent être de natures diverses :

niveaux de productivité plus élevés grâce à une meilleure formation de la main d'oeuvre, une infrastructure plus développée, des avantages administratifs, culturels ... etc. Dans le cas contraire, $({}_jT_k < a_{tk}.{}_jg_k)$, il suffit de mener le raisonnement inverse : l'industrie s'installe dans une région où les coûts de communication et de transport sont moins élevés qu'elle ne s'y attendait mais elle risque d'affronter des coûts supplémentaires pour la main d'oeuvre ... etc. Avantages et désavantages se compensant en moyenne, justifiant la présence du <u>terme aléatoire</u> ${}_j\varepsilon_k$. Cette expression permettra également d'éviter que l'équation de base soit une simple identité avec tous les inconvénients que celà peut entraîner.

En substituant (3-4.8) dans l'équation de base du modèle (3-4.7), on écrit :

$$a_{tk}.{}_jg_k+{}_j\varepsilon_k = t_{kd}({}_jg_k-{}_jd_k) + \sum_l t_{lk}(a_{lk}.{}_jg_k-b_{lk}.{}_jg_l) \quad (3\text{-}4.9)$$

$$(t_{kd} + \sum_l t_{lk}.a_{lk}-a_{tk})\,{}_jg_k = t_{kd}.{}_jd_k + \sum_l t_{lk}.b_{lk}.{}_jg_l + {}_j\varepsilon_k \quad (3\text{-}4.10)$$

$${}_jg_k = \frac{t_{kd}}{(t_{kd} + \sum_l t_{lk}.a_{lk}-a_{tk})}.{}_jd_k + \sum_l \frac{t_{lk}.b_{lk}}{(t_{kd}+\sum_l t_{lk}a_{lk}-a_{tk})}.{}_jg_l + {}_j\varepsilon_k \quad (3\text{-}4.11)$$

$${}_jg_k = \frac{t_{kd}}{(t_{kd}+\sum_l t_{lk}a_{lk}-a_{tk})}.{}_jd_k + \sum_l \frac{t_{lk}a_{lk}}{(t_{kd}+\sum_l t_{lk}a_{lk}-a_{tk})}.\frac{b_{lk}}{a_{lk}}.{}_jg_l + {}_j\varepsilon_k \quad (3\text{-}4.12)$$

C'est la <u>forme réduite du modèle</u> : ${}_jg_k$, variable endogène, est expliquée par les variables exogènes, ${}_jd_k$ et les différents ${}_jg_l$. La production de l'industrie k dans la région j est exprimée comme une fonction linéaire de la demande régionale pour ses produits et de la production des différentes industries régionales qui lui fournissent des inputs.

Chaque variable potentielle d'explication est précédée de fractions de coûts de communication, les facteurs d'offre étant de plus combinés avec les coefficients correspondants de pondération (b_{lk}/a_{lk}).

Posant $$\frac{t_{kd}}{(t_{kd}+\sum_l t_{lk}a_{lk}-a_{tk})} = \lambda_{kd} \qquad (3\text{-}4.13)$$

$$\frac{t_{lk}a_{lk}}{(t_{kd}+\sum_l t_{lk}a_{lk}-a_{tk})} = \lambda_{lk} \qquad (3\text{-}4.14)$$

il vient que :

$$_j g_k = \lambda_{kd} \cdot {}_j d_k + \sum_l \lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_j g_l + {}_j \varepsilon_k \qquad (3\text{-}4.15)$$

Les nouvelles variables explicatives (${}_j d_k$ et les $\frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_j g_l$) étant en principe connues, on va pouvoir estimer statistiquement les coefficients de régression λ_{kd} et λ_{lk} pour tout l. On peut mener l'analyse en "coupe instantanée" sur l'ensemble des régions j (j=1,2,...m).

3-5. Nature et signification des λ.

Avant de voir de façon plus précise l'estimation du modèle, définissons la nature et la signification des λ.

Alors que les coefficients d'allocation (les b_{lk}) et les coefficients techniques (les a_{lk}) représentaient les relations entre les divers secteurs de léconomie, <u>les λ sont des coefficients d'attraction</u> :

λ_{kd}, coefficient de l'attraction que la demande régionale totale pour ses produits exerce sur le secteur k ("demand-pull effect")

λ_{lk}, coefficient de l'attraction que les autres secteurs de la région exercent sur k en lui offrant les produits dont il a besoin ("supply-push effect").

L'analyse d'attraction permet donc de déterminer l'influence de l'offre et de la demande sur la localisation et la dimension d'une industrie déterminée, dans une région de dimension donnée.

3-6. Discussion des coefficients d'attraction.

Si les coefficients d'offre ne sont pas significativement différents de zéro, c'est à dire si ${}_jg_k = \lambda_{kd} \cdot {}_jd_k$, alors c'est la demande qui dans la région j déterminera la taille de l'industrie k. L'industrie est dite entièrement orientée vers le marché, vers la demande. Le commerce de détail, par exemple, dépend complètement de la demande régionale pour ses produits.

Si tous les coefficients sont nuls, excepté celui de la $l^{ème}$ industrie offrante, c'est à dire si ${}_jg_k = \lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_jg_l$, (ce qui signifie que les frais de communication et de transport entre le lieu d'implantation de k et l'endroit où l est situé sont infiniment élevés), la dimension de k est entièrement déterminée par les fournitures de l'industrie l; l'industrie k est dite entièrement orientée vers l'offre de la $l^{ème}$ industrie. Un exemple type est l'industrie transformatrice de produits agricoles qui dépend exclusivement de la production régionale de ces produits.

Dans tous les autres cas, l'industrie est aussi bien orientée vers la demande que vers l'offre, mais on pourra dire que :

- l'industrie est équilibrée si $t_d = t_l$, pour tout l
- l'industrie est libre de toute entrâve ("footloose") à l'intérieur de la région pertinente si tous les t sont nuls. Les λ sont alors indéterminés et la dimension de l'industrie dans une région peut être égale ou inférieure à celle de l'industrie du pays dans son ensemble.

Klaassen propose alors [4] de calculer un coefficient d'orientation que nous ne verrons pas ici car il ne rentre pas dans le cadre direct de notre étude.

La valeur des λ dépendra beaucoup de la mesure dans laquelle une industrie est fondamentale ou non :

- une industrie dont les produits entraînent des frais de transport et de communication trop élevés et qui ne peut les exporter ou les importer (industrie non-fondamentale) sera surtout orientée vers la demande régionale et aura un coefficient d'attraction par la demande élevé. Il est à remarquer que la littérature en matière de localisation détermine le caractère non-fondamental d'une industrie par l'importance qu'a pour elle la demande finale, mais que la théorie de l'attraction envisage l'influence de la demande totale (demande finale et demande intermédiaire).
- une industrie qui est en mesure d'exporter ou d'importer (industrie fondamentale) aura un λ_d moins élevé.

On peut rappeler ici combien les coefficients d'attraction obtenus sont différents des coefficients techniques d'un tableau input-output normal. Ils réprésentent l'influence de la croissance d'une industrie donnée dans une région déterminée sur la croissance des industries de la même région par stimulation à la fois de l'offre et de la demande et en tenant compte des frais de transport et surtout de communication, et pas seulement sur base de la demande et d'un tableau input-output à coefficients constants comme dans l'analyse d'entrée-sortie.

3-7. Introduction de variantes régionales.

Pour respecter les diversités régionales, on devrait utiliser des coefficients structurels régionaux (${_j a_{lk}}$ et ${_j b_{lk}}$) et des coûts de communication et de transport différents suivant les régions (${_j t_{lk}}$ et ${_j t_{kd}}$).

Au départ, le but du modèle d'attraction était de trouver non pas les coûts de transport et de communication véritables mais plutôt les coûts de communication et de transport normaux relatifs à un processus de production déterminé, et de plus l'on supposait les activités distribuées de façon rationnelle sur tout le pays.

Si l'on tient compte des disparités régionales, les λ étant définis de la manière suivante :

$$ {_j \lambda_{kd}} = \frac{{_j t_{kd}}}{\left({_j t_{kd}} + \sum_{l} {_j t_{lk}} \cdot {_j a_{lk}} - {_j a_{tk}}\right)} \qquad (3\text{-}7.1) $$

$$ {_j \lambda_{lk}} = \frac{{_j t_{kd}} \cdot {_j a_{lk}}}{\left({_j t_{kd}} + \sum_{l} {_j t_{lk}} \cdot {_j a_{lk}} - {_j a_{tk}}\right)} \qquad (3\text{-}7.2) $$

il faut considérer les coefficients d'attraction comme variables; dans ce cas, ${_j \lambda_{kd}}$, par exemple, aurait une moyenne de λ_{kd} et une variance de σ^2_{kd}, cette variabilité étant intégrée à la variabilité intrinsèque des coefficients de régression.

3-8. La toute première version du modèle.

L'approche initiale de Klaassen [4] se base sur l'hypothèse suivante :

$$ {_j T_k} = b_{tk} \cdot {_j g_t} \qquad (3\text{-}8.1) $$

Les services de communication et de transport sont supposés être rendus dans la région j par une industrie régionale t, et ceux qu'elle rend plus particulièrement à l'industrie k sont exprimés comme une fraction b_{tk} de sa production.

Cette hypothèse semble moins réaliste que la précédente (3-4.8) car elle suppose que tous les services de transport et de communication (dans leur diversité comme nous l'avons vu plus haut) puissent être rendus par une industrie, et dans une proportion constante de sa propre production. De plus, poser (3-8.1) maintient une identité tout au long du développement du modèle.

En développant Klaassen aboutit à la forme :

$$ {}_j g_k = \frac{t_{kd}}{t_{kd}+\sum_l t_{lk} a_{lk}} \cdot {}_j d_k + \sum_l \frac{t_{lk} a_{lk}}{t_{kd}+\sum_l t_{lk} a_{lk}} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_j g_l + \frac{a_{tk}}{t_{kd}+\sum_l t_{lk} a_{lk}} \cdot \frac{b_{tk}}{a_{tk}} \cdot {}_j g_t \qquad (3\text{-}8.2) $$

où a_{tk} est la part dans sa production des besoins de l'industrie k en services de transport et de communication

b_{tk} est la fraction de la production du secteur transport et communication vendue à l'industrie k.

Posant $\frac{t_{kd}}{t_{kd}+\sum_l t_{lk} a_{lk}} = \lambda_{kd}$ et $\frac{t_{lk} a_{lk}}{t_{kd}+\sum_l t_{lk} a_{lk}} = \lambda_{lk}$, Klaassen obtient la combinaison $\lambda_d + \sum_l \lambda_l = 1$, pour $l = 1, 2, \ldots, t, \ldots n$, t y compris, puisque de toute manière t_t et donc λ_t sont nuls.

Le modèle peut dès lors s'écrire :

$$ {}_j g_k = \lambda_{kd} \cdot {}_j d_k + \sum_l \lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_j g_l + \lambda_{tk} \cdot \frac{b_{tk}}{a_{tk}} \cdot {}_j g_t \qquad (3\text{-}8.3) $$

Mais cette version n'a pas été retenue car l'hypothèse sous-jacente est de toute façon trop restrictive.

CHAPITRE IV : L'ESTIMATION DU MODELE SPECIFIQUE.

4-1. La procédure d'estimation.

Le modèle, rappelons-le, est :

$$_{j}g_{k} = \lambda_{kd} \cdot {}_{j}d_{k} + \sum_{l} \lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_{j}g_{l} + {}_{j}\varepsilon_{k} \qquad (3\text{-}4.15)$$

Jusqu'à présent, cette estimation s'est faite au moyen d'une analyse en "coupe instantanée", sur un ensemble de régions j, pour une période donnée, généralement un an. (1)

L'intérêt de l'estimation du modèle spécifique est déjà grand : elle précise, à partir de l'échantillon que constituent les différentes régions, si une industrie donnée k est orientée vers l'offre, vers la demande ou "footlose".

Le résultat permet soit de déterminer quelle est la localisation optimale de l'industrie sur l'ensemble des régions, étant donné ses caractéristiques, soit de montrer au responsable de la politique économique pour une région, quelle peut être l'utilité de cette industrie pour la région, étant donné sa capacité à stimuler les industries existantes (à l'offre ou à la demande), à satisfaire le marché, à faire rentrer des revenus supplémentaires dans la région.

Plus loin, nous verrons comment, menant l'analyse de régression pour chacune des industries principales des régions, on pourra, via le calcul de multiplicateurs, déterminer l'industrie à développer ou à créer, en tenant compte des effets

(1) Dans notre application, au contraire, nous tâcherons d'estimer un modèle d'attraction à l'aide de séries temporelles couvrant la période 1958-1968, pour une même région, la Province de Liège.

directs mais également des répercussions cumulatives qu'elle peut avoir sur toutes les autres (c'est l'industrie motrice du chapitre I).

Le <u>schéma-type des opérations</u> à effectuer pour une industrie pourrait se présenter de la façon suivante dans le cas idéal où l'on disposerait de toutes les statistiques nécessaires :

* Pour l'industrie étudiée, sélectionner les industries offrantes suivant qu'elles offrent un certain pourcentage minimum du produit brut de l'industrie étudiée.
* relever les données de demande totale (d_k), de production des principales industries offrantes (les g_l), des $\frac{b_{lk}}{a_{lk}}$ (à l'aide de la matrice input-output) pour la plus petite taille de la région pour laquelle elles sont disponibles.
* déterminer, par régression, la valeur de tous les λ et du coefficient de corrélation.
* sélectionner les industries offrantes pour lesquelles les λ sont positifs et significatifs et répéter l'analyse de régression et de corrélation pour ces industries uniquement.
* même si les coefficients sont hautement significatifs mais que le coefficient de corrélation n'atteint pas une valeur acceptable, augmenter progressivement celle-ci en agrandissant petit à petit la taille de la région par absorption de régions voisines et en réalisant des groupements de régions qui ont un volume d'exportations nettes plus faible que les régions individuelles. (En effet, au fur et à mesure que la taille de la région augmente, le degré de correspondance entre production et demande, si l'industrie est orientée vers la demande, ou entre la production et l'offre, si l'industrie est orientée vers l'offre, c'est à dire le coefficient de corrélation, augmente.)

* refaire toute la démarche jusqu'à ce qu'un bon ajustement soit obtenu.

* la région pour laquelle le coefficient de corrélation atteint une valeur acceptable (à condition bien sûr que les coeffcients de régression restent toujours significatifs et positifs) est appelée "région pertinente".
Plus la région pertinente est grande, et plus l'ordre des biens produits par l'industrie, dans la classification Leontief-Isard, est élevé.

4-3. Précisions sur la région pertinente.

- Si l'industrie est orientée vers la demande, la région pertinente est l'aire au delà de laquelle aucun produit de cette industrie n'est exporté ou importé.

- Si l'industrie est orientée vers l'offre de la 1ème industrie, la région pertinente a des frontières par dessus lesquelles aucune fourniture de 1 n'est exportée ou importée.

- Si l'industrie est à la fois orientée vers la demande et vers l'offre, il y aura commerce interrégional pour les produits en cause dans une mesure inverse à la taille des coefficients d'attraction et proportionnelle à la demande et à la production de biens d'offre à l'intérieur de la région.

Pour Klaassen, à l'intérieur de ces régions pertinentes, l'industrie est libre de toute entrâve dans sa localisation (footlose) pour ce qui est des relations interindustrielles, du moins vis à vis de la demande ou des industries vers lesquelles elle est orientée vers l'offre.

4-3. Note : offre et demande d'une même industrie.

Il est à remarquer qu'une même industrie pourrait apparaître deux fois dans l'équation de l'industrie étudiée, comme acheteur des produits de cette industrie au niveau de la demande intermédiaire, et comme vendeur d'inputs requis par cette industrie. On pourrait sommer les deux coefficients d'attraction et obtenir le coefficient de l'attraction totale qu'elle exerce sur l'industrie étudiée. En pratique, on n'obtient d'ailleurs souvent que ce coefficient, n'étant pas en mesure, vu le manque de statistiques, de distinguer l'offre de la demande.

4-4. Première application : celle de Klaassen (1967).

L'analyse telle que Klaassen la présentait au départ devait donc permettre :

1) de déterminer si une industrie est orientée vers la demande, vers l'offre et vis à vis de quelles industries;

2) de déterminer la taille de la région pertinente, région à l'intérieur de laquelle l'industrie est libre de s'installer n'importe où, vu ses caractéristiques.

C'est ainsi que Klaassen, dans son étude pour l'O.C.D.E. [4], a sélectionné pour 1958, aux Etats-Unis, trois secteurs de transformation en raison de leur croissance rapide et de leur coefficient de travail élevé.

Car une industrie qui se développe rapidement aura besoin de nouveaux lieux d'implantation, et il y aura plus de chances pour que ceux-ci se situent dans la région à stimuler.

De plus, une industrie qui crée de nombreux emplois nouveaux directement ou par l'intermédiaire des industries non-fondamentales qu'elle stimule, sera plus facilement retenue Par les responsables de politique économique régionale.

En suivant la procédure décrite plus haut (section 4-1), moyennant quelques arrangements pour pallier au manque de statistiques, Klaassen a obtenu pour l'industrie des composants électroniques et l'industrie du verre un λ_{kd} relativement élevé indiquant une forte orientation vers le marché, les régions pertinentes étant de vastes régions géographiques.

Pour l'industrie optique, la région pertinente pour la demande et l'offre semble être l'ensemble de l'économie. Les coefficients d'attraction n'ont pas de valeur déterminée, les frais de transport et de communication ne jouent donc qu'un rôle insignifiant pour l'implantation de cette industrie, qui est libre de toute entrâve au point de vue relations interindustrielles. Sa localisation dépendra beaucoup plus de la présence de main d'oeuvre qualifiée.

4-5. Deuxième application : celle de Klaassen et Van Wickeren. (1969)

Vu que généralement les données statistiques (tableaux régionaux input-output principalement) ne sont pas disponibles pour toutes les régions de tailles différentes, il est impossible de définir la région pertinente, comme nous l'avons indiqué plus haut, par accroissements successifs de la région étudiée.

Néanmoins, la première partie de la procédure (l'estimation des λ) reste possible pour les zones régionales où des tableaux input-output sont disponibles.

C'est dans ces conditions que Klaassen et Van Wickeren dans leur article de 1969, en l'honneur de J. Tinbergen [5], ont appliqué le modèle aux provinces hollandaises.

Disposant de statistiques régionales pour 1960, fournies par le C.B.S. (Centraal Bureau voor de Statistiek des Pays-Bas), ils ont recherché les valeurs des g, d, a_{lk}, b_{lk} pour mettre en oeuvre le modèle original de Klaassen (3-8.3), tout en lui apportant certaines modifications :

- Pour la première application du modèle, Klaassen avait supposé les exportations et les importations nulles au niveau du pays. Ce qui est valable pour quelques industries des Etats-Unis ne l'est pas nécessairement pour l'ensemble des industries des Pays-Bas où le commerce international est très important (il représentait 48,8% du PNB en 1970) et peut jouer un grand rôle sur l'attraction.
    - ils ont ajouté à la demande intérieure totale les exportations
    - ils ont fait intervenir les importations au niveau des coefficients pour l'industrie d'offre :

$$\frac{b_{lk}}{a_{lk}} = \frac{s_{lk} \cdot g_k}{r_{lk} \cdot g_l}$$ où s_{lk}, r_{lk}, g_l incluent les importations (1)

- L'agrégation souvent excessive des secteurs masquait les effets d'attraction pouvant se manifester entre les divers sous-secteurs d'une même branche. L'effet de demande des activités intrasectorielles était déjà compris

(1) Pour un exposé plus long sur les modifications à apporter au modèle d'attraction appliqué à des régions quelconques, se référer à Van Wickeren [12], pp. 16 à21.
Il définit finalement la demande régionale comme égale à
$\sum_l a_{kl} \cdot {}_j g_l + {}_j f_k + {}_j \pi_k \cdot {}_j e_k$ où ${}_j \pi_k \cdot {}_j e_k$ est la part des exportations nationales, fournies par k dans la région j, aux mêmes coûts unitaires de communication que la demande régionale.

dans le $_j d_k$ mais l'effet d'offre était négligé. D'où il fallait considérer k à la fois comme industrie demandante et offrante :

$$_j g_k = \lambda_{dk} (\sum_l r_{lk} + {}_j f_k) + \sum_l \lambda_{lk} . \frac{b_{lk}}{a_{lk}} . {}_j g_l$$

pour l = 1,2,..k,.n

Cette façon de voir posait le problème technique de l'estimation du coefficient de pondération relatif à l'industrie offrante $_j g_k$. On ne pouvait utiliser les coefficients corrects vu l'agrégation réalisée. Prendre $\frac{b_{kk}}{a_{kk}}$(= 1) aurait rendu $_j g_k$ dépendante d'elle-même, donc λ_{kk}=1 et tous les autres λ = 0.

C'est pourquoi les auteurs ont pondéré par $\frac{b_{kk}}{a_{kk\,j}}$, ce qui donnait un coefficient différent pour chaque région, les différences dans le dénominateur apparaissant suite aux variantes technologiques (relatives aux fonctions de production) dans chacune des 11 provinces, plutôt que par $\frac{b_{kk\,j}}{a_{kk}}$, pour que l'influence des biens intermédiaires offerts se manifeste dans le coefficient d'attraction via a (coefficient technique I-O), plutôt que dans le numérateur b (coefficient d'allocation) du coefficient de pondération.

- Il existe d'autres facteurs en dehors de ceux que nous avons soulignés jusqu'à présent qui peuvent exercer une attraction sur une industrie. Une aire fortement développée offrira des services comme transports, hôpitaux, éducation, divertissements, main-d'oeuvre qualifiée ..etc créant des économies externes dont on peut tenir compte en considérant le secteur services comme attractif.

A titre d'exemple, les résultats de l'analyse de régression multiple concernant deux industries (5, l'industrie alimentaire non-dérivée de produits animaux et 20, le commerce de gros et de détail) se présentaient de la manière suivante :

$$ {}_j g_5 = 0{,}1956 \; {}_j d_5 + 0{,}2472 \; {}_j g_5 + 0{,}5572 \; {}_j g_{20}^{I} \qquad R = 0{,}986 $$

$$ {}_j g_{20} = 0{,}8769 \; {}_j d_{20} + 0{,}1231 \; {}_j g_{20}^{II} \qquad R = 0{,}995 $$

Les I et II indiquent que ${}_j g_{20}$ a été pondéré différemment, respectivement par $\frac{b_{20-5}}{a_{20-5_j}}$ et $\frac{b_{20-20}}{a_{20-20_j}}$.

Il faut remarquer que les coefficients de corrélation obtenus dans l'application de Van Wickeren sont très élevés, souvent entre 0,90 et 0,99. Celà est peut-être dû au fait que la production d'un secteur s'explique généralement par la demande qui lui est adressée, ce qui est normal, mais très souvent aussi par elle-même. Ceci peut se justifier par l'existence de relations intrasectorielles mais J. Paelinck, quant à lui [7], attibue ces coefficients de corrélation élevés au fait que les estimations sont basées sur des relations d'identité, d'après la toute première version du modèle.

4-6. Appréciation du modèle spécifique d'attraction.

Les hypothèses à la base même de la théorie de l'attraction nous paraissent sujettes à discussion.

Principalement, l'hypothèse émise par Klaassen que les frais de transport et de communication et de transport à l'intérieur de la région sont nuls.

Même si l'on considère les frais de transport et de communication comme indépendants de la distance (cfr hypothèse

3-3 p.16), ces coûts à l'intérieur d'une région même petite peuvent être cependant très élevés. Les frais de transport dépendent en fait du moyen de transport utilisé et de l'infrastructure correspondante dans la région; ils sont souvent plus élevés lorsqu'il s'agit, au sein d'une même région, de joindre une ville à une petite localité que lorsqu'il faut joindre deux localités importantes appartenant à deux régions différentes (que la distance soit la même dans les deux cas ou même supérieure dans le second). De même, par exemple, deux régions peuvent être reliées par un équipement télé-informatique, alors que les prises d'information au niveau de la région doivent se faire autrement par un mécanisme plus coûteux ... etc.

Si ces coûts (t_d et les t_1) varient dans les différentes régions proportionnellement aux coûts de la région j, ou très faiblement dans l'ensemble des régions, ces variations n'affectent que peu les λ et peuvent être incluses, comme nous l'avons vu plus haut, dans la variabilité des coefficients de régression. Mais si ces variations sont trop fortes, le modèle utilisé est insuffisant.

En fait, pour qu'une analyse d'attraction ait du sens, il faut que les coûts de communication et de transport intrarégionaux comparés aux mêmes coûts interrégionaux soient petits et plus ou moins semblables dans les différentes régions. Ce n'est qu'alors que les coefficients d'attraction calculés sont valables pour le niveau des régions considérées, mais on ne peut rien dire sur l'attraction relative à un autre niveau régional.

L'affirmation que ces services sont rendus dans le cadre de la région est lui déjà plus pausible si l'on prend une région de taille et de développement suffisants. Mais, comme le soulignent Klaassen et Van Wickeren [5], le fait que le secteur "transport et communication" ait été supposer n'effectuer aucune attraction sur les industries, vu qu'il s'adapte complètement à leurs besoins, reste à tester.

Il a semblé qu'il pouvait y avoir une <u>opposition entre les deux expressions de</u> ${}_jT_k$.

D'une part, Klaassen les exprime comme une identité (basée sur l'hypothèse des frais de transport et de communication nuls) ${}_jT_k \equiv t_{kd} \cdot {}_jx_k + \sum_l t_{lk} \cdot {}_jm_{lk}$ (3-4.6)

Et d'autre part, on les exprime comme une fraction apparemment fixe, a_{tk}, de la production de k ${}_jT_k \equiv a_{tk} \cdot {}_jg_k + {}_j\varepsilon_k$ (3-4.8)

En fait, écrit J. Paelinck,"il n'y a pas opposition. La première expression de ${}_jT_k$ est <u>définitionnelle</u>, la seconde <u>fonctionnelle et stochastique</u>. Elle exprime qu'en <u>moyenne</u> les T doivent être une fraction des ${}_jg_k$ avec une compensation possible par d'autres facteurs de coûts, non compris dans les a_{tk} (salaires ...), le résidu étant de toute façon absorbé dans le profit, dont l'<u>existence</u> décidera de la <u>viabilité</u> de la firme."

Klaassen poursuit deux buts dans l'estimation de son modèle :

- voir si l'industrie est orientée vers l'offre, vers la demande ou libre de toute entrâve (a)
- et rechercher la <u>région pertinente</u>, c'est à dire la région de taille maximum à l'intérieur de laquelle cette contrainte joue (b)

Le principe se justifie aisément : une entreprise ne saurait se localiser correctement ou trouver sa dimension optimale (a) dans le cadre d'une région dont le marché ne correspond pas à celui dont elle a besoin du point de vue offre ou demande. Mais l'application de ce principe dans l'estimation du modèle se heurte à beaucoup de critiques :

- puisque la région pertinente est celle où Production = consommation (du bien acheté ou produit), il suffirait d'ajuster une identité comptable pour l'industrie k ou l'industrie 1, en égalisant le total de sa production au total de ses ventes, et de voir à quelle région cette identité correspond.

- le processus de recherche "stochastique" de la région pertinente n'est ni nécessaire, ni justifié. Il se base de plus sur un critère assez faible, le coefficient de corrélation pouvant être facilement influencé par des éléments autres que la demande et l'offre : le temps ...etc.
- de plus il revient à faire un ajustement à trois dimensions ; on essaye de coordonner à la fois la variation de :
    - la variable à expliquer ($_jg_k$)
    - des variables explicatives (d_k et les $_jg_1$)
    - de la taille de la région

  ce qui diminue la signification des résultats pour le responsable de la politique économique d'une région déterminée.

Il est à souligner que cette procédure itérative n'a été utilisée que dans les tout premiers essais. Par la suite, vu le manque de statistiques, on n'a pas su la calculer.

Le modèle est statique et n'est donc valable qu'à un moment donné du temps, les phénomènes d'attraction qui se jouent modifiant continuellement les relations existantes et nécessitant une nouvelle estimation, à chaque période.

Le manque de statistiques régionales limite la portée pratique de la théorie de l'attraction.

Nous avons déjà vu qu'il fallait renoncer généralement à trouver la région pertinente comme Klaassen avait su le faire pour 3 industries aux Etats-Unis.

Souvent également, ne disposant pas des coefficients structurels (les a's et les b's) au niveau régional, on utilise :

- soit les coefficients input-output nationaux
- soit un modèle plus simple, dont la forme réduite se présente comme suit :

$$_jg_k = \lambda_{kd} \cdot {_jd_k} + \sum_l \lambda_{lk} \cdot {_jg_l} + {_j\varepsilon_k}$$

où $_jg_l$ peut être un secteur offrant des produits à k, ou tout autre phénomène que l'on relie à k parce qu'il existe une communication entre eux. On ignore la composition des λ.

Il est à remarquer que les <u>λ estimés</u> (que ce soit par ce dernier modèle ou par le modèle avec coefficients structurels) <u>ont une signification plus large que sur le plan théorique</u>. En effet, ils reprennent très certainement les principaux effets d'attraction pouvant intervenir entre la production d'une industrie sa demande, les autres industries offrantes etc et que Klaassen avait incorporé dans son terme "communication" et dans les "t" de la formule théorique de base. Mais étant donné que la méthode d'estimation par régression n'est pas sélective des influences des variables les unes sur les autres, ils contiennent certainement aussi tous les autres effets d'attraction ou de répulsion pouvant se manifester tels, par exemple, l'attrait de l'urbanisation, des zonings industriels, la crainte de la pollution ... etc, caractéristiques non directement liées aux échanges de biens.

Cependant, comme l'écrit J. Paelinck [7] " la théorie de l'attraction qui se base sur l'analyse wébérienne de minimation des frais de transport semble être, moyennant les modifications apportées, une approche élégante, compréhensive et opérationnelle du phénomène de polarisation. Les coûts de transport et de communication qui ne sont pas directement observables sont utilisés de manière indirecte lors de l'estimation des coefficients d'attraction. Les résultats obtenus dans de nombreuses études sont prometteurs et permettent de classer les industries par orientation demande ou offre, et de déterminer comment la croissance d'une industrie dans une région influence les autres de façon directe."

CHAPITRE V : LE MODELE GENRAL D'ATTRACTION - UNE COMPARAISON DES MODELES MATHEMATIQUES DE LA THEORIE DE L'ATTRACTION ET DE L'ANALYSE INPUT-OUTPUT.

5-1. Parallélisme entre le modèle général d'attraction et le modèle input-output.

- Le modèle général d'attraction (l'ensemble des équations pour les différents k) est un système d'équations linéaires concernant les productions sectorielles, ce qui rend sa solution semblable à celle d'un système input-output.
- Les coefficients input-output sont également utilisés dans l'analyse d'attraction car on pose comme hypothèse que l'on peut établir un lien entre les relations technologiques et les coûts de communication.

Mais rappelons que la théorie de l'attraction fait intervenir, au moyen des coûts de transport et de communication, comme facteurs d'évolution de la production, la demande finale et intermédiaire mais également l'offre d'inputs par les autres industries.

5-2. Mise sous forme matricielle du modèle général d'attraction.

Partant de la forme réduite du modèle spécifique pour une industrie :

$$ {}_j g_k = \lambda_{kd} \cdot {}_j d_k + \sum_l \lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_j g_l + {}_j \varepsilon_k \qquad (3\text{-}4.15) $$

on peut décomposer la demande totale pour les produits de l'industrie k dans la région j en demande finale et demande intermédiaire :

$${}_j g_k = \lambda_{kd}({}_j f_k + \sum_l {}_j r_{lk}) + \sum_l \lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_j g_l + {}_j \varepsilon_k \quad (5\text{-}2.1)$$

$${}_j g_k = \lambda_{kd}({}_j f_k + \sum_l a_{kl} \cdot {}_j g_l) + \sum_l \lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_j g_l + {}_j \varepsilon_k \quad (5\text{-}2.2)$$

$${}_j g_k = \sum_l (\lambda_{kd} \cdot a_{kl} + \lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}})\, {}_j g_l + \lambda_{kd} \cdot {}_j f_k + {}_j \varepsilon_k \quad (5\text{-}2.3)$$

On voit ici que les productions régionales sont expliquées par la demande finale régionale et par les niveaux régionaux de production, les coefficients de ces dernières variables comprenant à la fois les effets de demande et d'offre.

Le <u>modèle général</u>, pour l'ensemble des industries de la région j, est :

$$\begin{cases} {}_j g_1 = \sum_l (\lambda_{1d} \cdot a_{1l} + \lambda_{l1} \cdot \frac{b_{l1}}{a_{l1}})\, {}_j g_l + \lambda_{1d} \cdot {}_j f_1 + {}_j \varepsilon_1 \\ {}_j g_2 = \sum_l (\lambda_{2d} \cdot a_{2l} + \lambda_{l2} \cdot \frac{b_{l2}}{a_{l2}})\, {}_j g_l + \lambda_{2d} \cdot {}_j f_2 + {}_j \varepsilon_2 \\ \vdots \\ {}_j g_n = \sum_l (\lambda_{nd} \cdot a_{nl} + \lambda_{ln} \cdot \frac{b_{ln}}{a_{ln}})\, {}_j g_l + \lambda_{nd} \cdot {}_j f_n + {}_j \varepsilon_n \end{cases} \quad (5\text{-}2.4)$$

En <u>écriture prématricielle</u>, il devient :

$$\begin{bmatrix} {}_j g_1 \\ \vdots \\ {}_j g_n \end{bmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} \lambda_{1d} & \cdots & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & \cdots & \lambda_{nd} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \lambda_{11}\frac{b_{11}}{a_{11}} & \cdots & \lambda_{1n}\frac{b_{1n}}{a_{1n}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{n1}\frac{b_{n1}}{a_{n1}} & \cdots & \lambda_{nn}\frac{b_{nn}}{a_{nn}} \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} {}_j g_1 \\ \vdots \\ {}_j g_n \end{bmatrix}$$

$$+ \begin{bmatrix} \lambda_{1d} & \cdots & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \lambda_{nd} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} {}_j f_1 \\ \vdots \\ {}_j f_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} {}_j \varepsilon_1 \\ \vdots \\ {}_j \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (5\text{-}2.5)$$

En notation matricielle, si l'on pose :

$\hat{\lambda}$ = matrice diagonale des coefficients de demande λ_{kd}

${}_j\underline{f}$ = vecteur de demande finale pour les produits des différentes industries

A = matrice des coefficients techniques a_{lk}

B = matrice des coefficients $(\lambda_{lk} \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}})$

$\underline{\varepsilon}$ = vecteur des termes aléatoires ${}_j\varepsilon_k$

on aura comme écriture du modèle général :

$$ {}_j\underline{g} = (\hat{\lambda} A + B)\, {}_j\underline{g} + \hat{\lambda}\, {}_j\underline{f} + {}_j\underline{\varepsilon} \qquad (5\text{-}2.6)$$

et en développant :

$$ (I-\hat{\lambda}A-B)\, {}_j\underline{g} = \hat{\lambda}\, {}_j\underline{f} + {}_j\underline{\varepsilon} \qquad (5\text{-}2.7)$$

$$ {}_j\underline{g} = (I-\hat{\lambda}A-B)^{-1} \cdot \hat{\lambda}\, {}_j\underline{f} + {}_j\underline{\eta} \qquad (5\text{-}2.8)$$

ce qui est la solution de base du modèle d'attraction. La production de chaque secteur est exprimée comme une fonction de la demande finale régionale pour ses produits.

En reprenant la notation de Van Wickeren, $\hat{\lambda} A + B = H$

$$ {}_j\underline{g} = H\, {}_j\underline{g} + \hat{\lambda}\, {}_j\underline{f} + {}_j\underline{\varepsilon} \qquad (5\text{-}2.9)$$

$$ {}_j\underline{g} = (I-H)^{-1}\hat{\lambda}\, {}_j\underline{f} + {}_j\underline{\eta} \qquad (5\text{-}2.10)$$

$$ {}_j\underline{g} = U^{-1} \cdot {}_j\underline{f} + {}_j\underline{\eta} \qquad \text{si on pose } (I-H)^{-1}\hat{\lambda} = U^{-1} \qquad (5\text{-}2.11)$$

on obtient une formule semblable à celle de Leontief,

$$ {}_j\underline{g} = (I-A)^{-1} \cdot \underline{f} $$

où A est la matrice des coefficients techniques.

5-3. Deux différences essentielles dans les modèles de la théorie de l'attraction et de l'analyse input-output.

Il y a en effet deux différences fondamentales (cfr J. Paelinck

[7]) :

- <u>la matrice des coefficients input-ouput du modèle de Leontief a été remplacée par ($\hat{\lambda}$A+B)</u>

L'approche classique de Leontief est uniquement orientée vers le point de vue demande de la production (par la matrice A des coefficients techniques) alors que l'anlyse de Klaassen envisage à la fois les effets demande (A) et d'offre (B). Comme A et B contiennent les coefficients d'attraction, les λ, et donc ainsi les coûts de transport et de communication, on voit que ceux-ci jouent un grand rôle dans le multiplicateur matriciel de la théorie de l'attraction.

Le multiplicateur matriciel $(I-\hat{\lambda}A-B)^{-1}$ sera convergent si les valeurs caractéristiques de la matrice $(\hat{\lambda}A+B)$ sont plus petites que 1, et il sera supérieur à $(I-A)^{-1}$ si les éléments de $\hat{\lambda}$ sont au moins égaux à 1, vu que B a des éléments positifs :

$$(I-A)^{-1} = I + A^{1} + A^{2} + \dots$$
$$(I-\hat{\lambda}A-B)^{-1} = I + (\hat{\lambda}A+B) + (\hat{\lambda}A+B)^{2} + \dots$$

Ce dernier multiplicateur sera en tous cas plus grand si

$\hat{\lambda}A+B > A$.

- <u>la deuxième différence apparaît dans le traîtement de la demande finale</u> :

le multiplicateur de Leontief se rapporte à la demande finale totale $({}_j\underline{f} + \underline{x} - \underline{m})$

le multiplicateur de Klaassen se rapporte à la demande finale régionale $({}_j\underline{f})$ et celle-ci est de plus pondérée par les coefficients d'attraction de la demande.

A moins de connaître les exportations nettes, il est difficile de comparer les deux multiplicateurs. On pourrait d'ailleurs retrouver une valeur implicite des exportations nettes en comparant les deux formules où ils permettent de trouver ${}_j\underline{g}$:

$$(I-\hat{\lambda}A-B)^{-1}\hat{\lambda}\,{}_j\underline{f} = (I-A)^{-1}.\underline{f} \tag{5-3.1}$$

$$= (I-A)^{-1}.({}_j\underline{f} + {}_j\underline{x} - {}_j\underline{m}) \tag{5-3.2}$$

d'où :

$$({}_j\underline{x} - {}_j\underline{m}) = (I-A)\left\{\left[(I-\hat{\lambda}A-B)^{-1}\hat{\lambda} - (I-A)^{-1}\right]{}_j\underline{f}\right\} \tag{5-3.4}$$

$$= \left[(I-A)\ (I-\hat{\lambda}A-B)^{-1} - \mathbf{1}\right]{}_j\underline{f} \tag{5-3.5}$$

Ces exportations sont supposées être réalisables dans le modèle d'attraction. Cet argument se base sur la présomption que les firmes optimalisent leur localisation dans les différentes régions pertinentes au vu des structures industrielles préexistantes; ce qui les rend aptes à écouler leurs produits, cfr (3-4.3) ${}_jx_k = {}_jg_k - {}_jd_k$, et sûres de savoir satisfaire leurs besoins en biens intermédiaires, cfr (3-4.4) ${}_jm_k = {}_jr_{lk} - {}_js_{lk}$.

5-4. Appréciation du modèle général d'attraction.

Nous ajouterons au commentaire que nous avons formulé à la section 4-6 les quelques réflexions suivantes nées de ce chapitre.

Nous avons vu comment le modèle général d'attraction exclut, comme le modèle input-output, la <u>non-linéarité</u> et utilise des <u>coefficients input-output</u> auxquels on reproche souvent la non-adaptation temporelle. Il faut évidemment garder en mémoire que le modèle général, de toute manière, est statique.

L'hypothèse que les <u>exportations nettes sont réalisables</u> est une condition restrictive à placer sur le même pied que les hypothèses de base sur les frais de transport et de communication.

Tout comme le modèle input-output, le modèle général ne fait intervenir ni multiplicateur de revenu (multiplicateur keynésien) ni accélérateur (multiplicateur aftalien) qui relient la production des secteurs à la demande de consommation ou d'investissement ventilée par secteur.

Cependant vu ses deux apports supplémentaires par rapport à l'input-output, frais de communication et aspect offre, la théorie de l'attraction permet le calcul d'un multiplicateur de production d'une très grande utilité pour la politique économique régionale, comme nous allons le voir dans le chapitre suivant.

CHAPITRE VI : LES MULTIPLICATEURS REGIONAUX SECTORIELS.

6-1. Multiplicateurs matriciel et sectoriels de l'analyse input-output. (1)

6-1-1. Le multiplicateur matriciel.

Reprenons la formule de base de Leontief

$$\underline{q} = (I-A)^{-1}.\underline{f} \qquad (6\text{-}1\text{-}1.1)$$

indiquant les effets directs et indirects d'un accroissement dans la demande finale ($\underline{f}$) sur la production ($\underline{q}$) des n secteurs.

La matrice $(I-A)^{-1}$, $(I-A)$ étant supposée non-singulière, est appelée multiplicateur matriciel. Elle peut s'écrire suivant la formule des séries de C. Neumann (2)

$$(I-A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + \ldots \qquad (6\text{-}1\text{-}1.2)$$

Dès lors, $I.\underline{f}$ représente la production directement nécessaire pour rencontrer la demande finale, $A.\underline{f}$ la production par les différentes industries des inputs nécessaires à cette production, $A^2.\underline{f}$ la production des nouveaux inputs nécessaires ... etc, les répercussions dues à l'accroissement initial de demande finale étant de plus en plus petites.

---

(1) Pour l'exposé des multiplicateurs matriciel et sectoriels relatifs à la théorie input-output, nous nous sommes basés sur le cours de J. Paelinck [7].

(2) On a pu exprimer $(I-A)^{-1}$ sous forme d'une progression géométrique parce que :
$|\lambda_i(A)| < 1$ pour tout i, où $\lambda_i(A)$ est la i$^{\text{ème}}$ valeur caractéristique de A.
cfr Gilbert, J.D. Elements of linear algebra, International Textbook Cy - Pennsylvania - 1970.

Posons $(I-A)^{-1} = C$, c'est à dire :

$$\begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & & \vdots \\ c_{n1} & \dots & c_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_n \end{pmatrix} \qquad (6\text{-}1\text{-}1.3)$$

6-1-2. Le multiplicateur régional sectoriel.

En supposant un accroissement d'une unité dans la demande finale pour le produit de l'industrie k, le vecteur $\underline{f}$ se présentera comme suit :

$$\underline{f} = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$ où le $k^{\text{ème}}$ élément est égal à 1

L'accroissement de production qui en résultera de façon directe et indirecte dans tous les secteurs (i=1,...k...n) sera mis en évidence par le vecteur colonne relatif à l'industrie k de la matrice C :

$$\underline{q} = \begin{pmatrix} c_{1k} \\ c_{2k} \\ \vdots \\ c_{nk} \end{pmatrix} = \underline{c}_k$$

L'effet sur le niveau total de production s'obtient en sommant les éléments de ce vecteur colonne :

matriciellement : $\underline{i}'.\Delta\underline{q} = \underline{i}'.\underline{c}_k$ où $\underline{i}'$ est le vecteur unitaire (6-1-2.1)

ce qui revient à : $\sum_{i=1}^{n} \Delta q_i = \sum_{i=1}^{n} c_{ik}$

6-2. Multiplicateurs matriciel et sectoriels dans la théorie de l'attraction.

De même, comme nous avions dégagé (p. 41) le multiplicateur matriciel du modèle d'attraction dans la formule

${}_j\underline{g} = (I-\hat{\lambda}A-B)^{-1}\hat{\lambda}\,{}_j\underline{f}$ (5-2.8) ou d'après l'écriture de Van Wickeren ${}_j\underline{g} = U^{-1}.\,{}_j\underline{f}$ (5-2.11), il sera possible de calculer les <u>multiplicateurs régionaux sectoriels relatifs à la théorie de l'attraction</u>. Ils présenteront évidemment par rapport à ceux de l'input-output les différences fondamentales soulignées pages 41 à 43. Nous allons voir comment on les interprète dans deux cas concrets. Mais il est utile de préciser, tout d'abord, la signification de la matrice d'attraction $(I-\hat{\lambda}A-B)$ à partir de laquelle, par le calcul de l'inverse, on les obtient.

6-3. Interprétation comparée de la matrice d'attraction et de son inverse.

Considérant la formule (5-2.7), $(I-\hat{\lambda}A-B)\,{}_j\underline{g} = \hat{\lambda}\,{}_j\underline{f} + {}_j\underline{\varepsilon}$, le <u>tableau d'attraction</u> composé des éléments de la matrice d'attraction $(I-\hat{\lambda}A-B)$ peut s'interpréter comme suit :

- une ligne indique dans quelle mesure la <u>production du secteur industriel</u> correspondant à la ligne est <u>stimulée par les productions</u> des différents secteurs industriels apparaissant en colonnes
- plus le coefficient est grand, et plus l'influence est grande; s'il y a beaucoup d'éléments en ligne, c'est que le secteur est stimulé par la production d'un grand nombre d'autres secteurs : c'est un <u>secteur suiveur</u>;
- par contre, si un secteur a peu d'éléments en ligne (ou du moins s'ils sont petits) mais a une colonne bien remplie avec des coefficients élevés (ce qui signifie qu'une unité supplémentaire du produit de ce secteur influe positivement sur beaucoup d'autres secteurs), il est un <u>secteur dynamique</u>.

Par la formule (5-2.8) dérivée de la précédente,

$$_j\underline{g} = (I-\hat{\lambda}A-B)^{-1}.\hat{\lambda}_j\underline{f} + {}_j\underline{\eta}$$

on a pu réduire les facteurs influant sur la production aux éléments de demande finale.

On pourra juger plus facilement du caractère suiveur ou dynamique d'un secteur en étudiant le tableau d'attraction original inversé : $(I-\hat{\lambda}A-B)^{-1}$.

Les éléments en colonne indiquent dans quelle mesure la production des différents secteurs industriels en ligne est stimulée par un accroissement d'une unité dans la demande finale (1) du secteur en colonne.

Le dynamisme total d'un secteur est donné par la somme de ses éléments en colonne dans la matrice d'attraction inverse (à la condition, bien sûr, que l'accroissement de cette unité de demande finale apparaisse - on ne se prononce pas ici sur la probabilité de réalisation de cet accroissement de demande finale).

6-4. Un premier exemple : l'application de Klaassen et Van Wickeren (1969).

Lorsqu'ils ont testé le modèle d'attraction sur base des données régionales relatives aux 11 provinces des Pays-Bas pour l'année 1960 (l'estimation des équations spécifiques a été exposée p.30 à33), Klaassen et Van Wickeren [5] ont calculé les multiplicateurs régionaux pour 15 secteurs.

Après classement des industries dans un ordre qui lui donnait davantage de signification, le tableau d'attraction inverse se présentait comme suit :

---

(1) il s'agit en fait de la demande finale déjà prémultipliée par un coefficient d'attraction.

(1)	20	19	14	9	4	5	6	10	8	7	12	11	17	16	15
services 20	1,00	0,05	0,12	0,15	0,23	0,23	0,04	0,40	0,16	0,27	0,53	0,19	0,27	0,15	0,20
util.publ. 19	0,02	1,00	0,05	0,02	0,03	0,04		0,06	0,02	0,08	0,09	0,02	0,05	0,03	0,04
pott.ver. 14			1,00												
bois+fourn. 9				1,00		0,02								0,02	
alim.anim. 4					1,00						0,02		0,02	0,04	0,24
alim.autres 5	0,07				0,02	1,00		0,03		0,02	0,04		0,02		0,02
boiss.+tab. 6	0,07				0,02	1,05	1,00	0,03		0,02	0,04		0,02		0,02
papier 10						0,02		1,00		0,02	0,02	0,06			
chaus.+vêt. 8									1,00	0,02	2,51			0,04	
textiles 7									0,08	1,00	0,16				
cuir+caout.12									0,03		1,00				
impr.édit. 11												1,00			
autresi.mét17											0,05		1,00	0,06	0,10
transp.ind.16														1,00	
prod.metal.15 +mach.				0,03	0,09			0,02		0,02	0,07		0,06	0,15	1,00
t	1,16	1,05	1,17	1,20	1,39	1,34	1,04	1,54	1,29	1,45	4,53	1,27	1,44	1,49	1,62

Le vecteur ligne t est le vecteur des multiplicateurs régionaux sectoriels. Il faut bien garder à l'esprit que ces multiplicateurs ne sont pas des multiplicateurs régionaux totaux mais qu'ils indiquent l'effet multiplicatif pour les secteurs repris dans l'analyse uniquement.

Plus une industrie est non-fondamentale, plus sa ligne est remplie (un accroissement de demande finale dans les autres industries aura beaucoup d'effet sur elle) et plus sa colonne est vide (un accroissement dans sa demande finale stimulera peu les autres activités). Les activités de services

---

(1) Pour respecter la similitude avec la section 6-3, nous avons transposé ice le tableau donné par Klaassen et Van Wickeren dans leur article [57] p. 264. En effet, suite aux calculs effectués, les multiplicateurs régionaux sectoriels apparaissaient comme la somme des éléments en ligne.

et d'utilités publiques apparaissent comme complètement non-fondamentales et ont un multiplicateur régional bas.

Les autres industries peuvent être groupées en trois catégories :

- les industries manufacturières de premier ordre (14,9, 4,5,6,10) : ces industries ont des processus de production simples, les interrelations sont négligeables. Mise à part l'industrie des produits métalliques, elles n'ont besoin d'aucune autre industrie pour fonctionner (dans une petite mesure : les services, les utilités publiques, l'imprimerie).
  Leurs multiplicateurs sont déjà plus élevés car ils stimulent principalement les deux secteurs complètement non-fondamentaux.
- les industries manufacturières de deuxième ordre (8,7, 12). Leurs processus de production sont plus complexes. Elles créent des activités à la fois dans les secteurs non-fondamentaux et les industries manufacturières de premier ordre. Leurs multiplicateurs sont plus élevés que pour ces dernières.
- les industries manufacturières du troisième ordre (11, 17,16,15) : elles ont des processus de production encore plus complexes associés à un degré d'industrialisation plus élevé.
  Ces industries créent beaucoup d'activités dans les autres branches, particulièrement dans les industries manufacturières du premier ordre, et ont des multiplicateurs élevés (1,3 à 1,6)

Cette étude permet de dégager que les industries métalliques (17,15) occupent une place privilégiée dans le développement régional des Pays-Bas en 1960 : elles sont requises par les autres industries et elles les stimulent. Ces industries sont de première importance pour la politique industrielle.

L'intérêt de la classification des industries manufacturières en 3 ordres est de dégager le processus de l'évolution de l'industrialisation dans les provinces des Pays-Bas. Beaucoup de régions sont encore au niveau de la phase 1 (produits dérivés de l'agriculture et du bois, verrerie ...etc). Au fur et à mesure qu'elles s'industrialisent, on introduit des activités manufacturières du second ordre et on amorce l'installation d'industries métalliques. La dernière étape de l'industrialisation verra la création des industries manufacturières du troisième ordre dans lesquelles l'industrie métallique joue un rôle dominant. (1)

L'étude de Klaassen et Van Wickeren aboutit à des résultats intéressants en ce qui concerne la politique industrielle, résultats qui sont bien ceux que la théorie s'était fixée dès le départ : déterminer les industries qui ont les multiplicateurs régionaux les plus élevés.

6-5. Un second exemple : l'analyse de Van Wickeren (1971).

6-5-1. Van Wickeren a également utilisé les statistiques régionales relatives aux 11 provinces des Pays-Bas pour 1960, mais il a estimé un modèle différent du premier en ce sens que ses variables explicatives sont davantage diversifiées.

6-5-2. Partant du modèle :

(1) Rappelons que l'étude ne porte que sur quelques secteurs parmi lesquels la chimie, par exemple, n'a pas été reprise. Il y aurait certainement intérêt à faire porter l'analyse sur tous les secteurs industriels importants.

$$ {}_j g_k = \frac{t_{kd}}{t_{kd}+\sum\limits_l t_{lk}\cdot {}_j a_{lk} - t_k}\cdot {}_j d_k + \sum \frac{t_{lk}}{t_{kd}+\sum\limits_l t_{lk}\cdot {}_j a_{lk} - t_k}\cdot {}_j s_{lk} \qquad (6\text{-}5\text{-}2.1) $$

où ${}_j s_{lk}$ est estimé via $\frac{{}_j r_{lk}}{{}_j d_l}\cdot {}_j g_l$

t_k est notre a_{tk} défini précédemment

- il n'a pas su calculer la région pertinente puisque les données statistiques n'étaient disponibles que pour un type homogène de région : les provinces
- il a sélectionné comme variables "à expliquer" les secteurs industriels et de service (au total 24 secteurs endogènes); agriculture, extration etc devenant exogènes
- il a repris comme variables potentielles d'offre celles dont les livraisons à k atteignaient au moins 2% de sa production brute
- il a considéré que les échanges avec les provinces voisines des pays contigüs se font probablement aux mêmes coûts de communication et de transport qu'avec les autres provinces néerlandaises et peuvent jouer un grand rôle dans l'attraction; il en a tenu compte en ajoutant pour ces secteurs à ${}_j d_k$ ou ${}_j s_{lk}$ 0%, 25%, 50% parfois même 100% (car certains services sont rendus uniquement à des étrangers) des exportations ou importations avec ces provinces voisines
- il a obtenu, dans le cadre de ces hypothèses, la forme réduite :

$$ {}_j g_k = \lambda_{kd}\sum_l {}_j a_{kl}\cdot {}_j g_l + \sum_l \lambda_{lk}\frac{{}_j r_{lk}}{{}_j d_l}\cdot {}_j g_l $$
$$ + \sum_m \lambda_{mk}\frac{{}_j r_{mk}}{{}_j d_m}\cdot {}_j g_m + \sum_{l+m} \lambda_{(l+m)k}\cdot\frac{{}_j r_{(l+m)k}}{{}_j d_{(l+m)}}\cdot {}_j i_{(l+m)} $$
$$ + \lambda_{kd}\cdot {}_j e_k + \lambda_{kd}\left({}_j d_k - \sum_l {}_j a_{kl}\cdot {}_j g_l\right) + {}_j \varepsilon^*_k \qquad (6\text{-}5\text{-}2.2) $$

c'est à dire que la production du secteur endogène k dans la région j peut être exprimée comme une fonction linéaire de la production des autres secteurs endogènes (${}_j g_l$) que ce soit du point de vue demande intermédiaire ($\lambda_{kd}.\sum_l {}_ja_{kl}$) ou du côté offre ($\sum_l \lambda_{lk}\frac{{}_jr_{lk}}{{}_jd_l}.{}_jg_l$), de la production des secteurs exogènes (${}_jg_m$), des importations de produits de type 1 ou m (i_{l+m}), de ses exportations (${}_je_k$), de ses livraisons à la demande finale (${}_jd_k - \sum_l {}_ja_{lk}.{}_jg_l$) et d'un terme aléatoire (${}_j\varepsilon^*_k$).

- il a estimé les paramètres de la forme réduite, non pas sur base du modèle général ${}_j\underline{g} = (I-\hat{\lambda}_j A - {}_jB)^{-1}.{}_jE$ (cfr 6-5-4.2) qui aurait contenu la structure régionale initiale et exigé des statistiques de coefficients techniques et d'attraction qu'il ne possédait pas, mais sur base des équations spécifiques relatives à chaque secteur, au moyen de la méthode des moindres carrés en une étape d'après le processus décrit plus haut (section 4-1, p. 26 et suiv.).

<u>6-5-3</u>. L'<u>analyse de régression</u> a permis de constater que :

* les services présentaient les plus hauts degrés d'attraction par la demande
* l'offre du secteur lui-même est souvent un facteur de localisation - ceci est dû à la forte agrégation mais aussi à la tendance à la concentration
* les coefficients de corrélation étaient fort élevés
* les écarts entre la production réelle et la production calculée (résultats des estimations) étaient les plus fortement positifs dans les provinces très développées : Noord-Holland, Zuid-Holland ou bien localisées comme Utrecht, les plus largement négatifs dans les provinces éloignées et défavorisées. Si au lieu d'un simple test de la théorie de l'attraction, on voulait faire une prévision du niveau de production dans une province moins développée, on voit qu'il faudrait tenir compte de sa localisation par rapport au principal centre de production du pays.

6-5-4. Ensuite, Van Wickeren s'est attaché au calcul des multiplicateurs régionaux de production.

Pour celà, il fallait d'abord calculer, pour chaque province, la matrice d'attraction et la matrice des éléments exogènes. Celle-ci ne comprend pas uniquement le vecteur des $\hat{\lambda}_j \underline{d}$ comme précédemment mais aussi, suite aux hypothèses du § 6-4-2, la matrice d'offre des secteurs provinciaux considérés comme exogènes par rapport à ceux que l'on veut étudier, la matrice d'offre étrangère, le vecteur de demande étrangère.

A partir de (6-5-2.2), on peut placer dans le terme de gauche les éléments endogènes et dans le terme de droite les éléments exogènes. :

$$ {}_j g_k - \lambda_{kd} \sum_l {}_j a_{lk} \cdot {}_j g_l - \sum_l \lambda_{lk} \frac{{}_j r_{lk}}{{}_j d_l} \cdot {}_j g_l + \dots \qquad (6\text{-}5\text{-}4.1) $$

Pour l'ensemble des secteurs étudiés et en notation matricielle, on aura :

$$ \left[I - \hat{\lambda}_j A - {}_j B\right] \cdot {}_j \underline{g} = {}_j E \qquad (6\text{-}5\text{-}4.2) $$

où $\left[I - \hat{\lambda}_j A - B\right]$ est la matrice d'attraction de la région j et E la matrice des éléments exogènes.

La solution du système est :

$$ {}_j \underline{g} = \left[I - \lambda_j A - {}_j B\right]^{-1} \cdot {}_j E \qquad (6\text{-}5\text{-}4.3) $$

La somme des éléments encolonne de l'inverse de la matrice d'attraction sont les multiplicateurs provinciaux; mais en fait, ces multiplicateurs donnent à la fois les effets intersectoriels et intrasectoriels. Or en cas de concentration régionale poussée, ceux-ci sont fort élevés. Pour les éliminer, on va diviser les éléments de chaque colonne de la matrice par l'élément sur la diagonale principale de cette colonne et on obtient des multiplicateurs provinciaux sectoriels ne donnant que les effets intersectoriels.

Voici, à titre d'exemple, la valeur des multiplicateurs régionaux de quelques secteurs dans les différentes provinces et leur moyenne :

	impr.+ édit.	chimie + raf. pétrole	fab.met +const mach.	prod. moyens transp.	banques
Groningen	1,9786	2,3290	1,5641	1,9620	1,1458
Friesland	1,6757	1,4989	1,4304	1,6101	1,1380
Drente	1,4363	1,3140	1,3719	1,6315	1,1158
Overijssel	1,5399	2,1306	1,6299	2,1306	1,1598
Gelderland	2,0135	3,0710	1,7955	1,8180	1,2469
Utrecht	2,0650	1,9924	1,9191	2,4111	1,2695
Noord-Holland	2,2779	1,7518	4,6193	2,3099	1,2667
Zuid-Holland	2,9467	1,3492	1,9091	1,5468	1,2507
Zeeland	1,4182	1,7380	1,7652	1,4857	1,1430
Noord-Brabant	1,5973	3,4649	4,8921	2,6346	1,1724
Limburg	1,5144	1,6837	1,5087	1,7470	1,1363
MOYENNE :	1,8603	2,0267	2,2187	1,9352	1,1859

En comparant avec leur moyenne les multiplicateurs des différentes provinces, et ce pour chaque secteur, Van Wickeren a pu dégager les provinces les plus industrialisées, celles qui le sont modérément, celles qui sont en retard.

Pour les services, ce sont les provinces qui ont les plus grands centres urbains (Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht) et pas nécessairement celles qui ont un niveau d'industrialisation élevé comme Noord-Brabant, qui ont les multiplicateurs les plus élevés.

6-5-5. L'étude de Van Wickeren n'est évidemment valable que pour les secteurs retenus et avec la structure industrielle de 1960 qui, depuis, peut avoir fortement évolué dans certaines provinces. Toutefois, on se rend compte de l'intérêt d'une telle étude qui aboutit à des résultats riches, opérationnels et fait du modèle utilisé un outil valable pour une politique économique structurelle et régionale.

CHAPITRE VII: LES MODELES D'EMPLOI.

7-1. Origine.

Très souvent, au niveau de la région, on ne possède pas les statistiques relatives à la production des secteurs mais bien celles concernant leur emploi.

Tout comme précédemment (cfr formules 3-4.4 et 3-4.5), ${}_jr_{lk}$ et ${}_js_{lk}$ avaient été remplacés respectivement par $a_{lk} \cdot {}_jg_k$ et $b_{lk} \cdot {}_jg_l$, on peut pallier à cette insuffisance en multipliant le niveau de l'emploi régional dans l'industrie k par un <u>coefficient de productivité du travail</u> (production brute par ouvrier) afin de retrouver la production brute de l'industrie k :

$$ {}_jg_k = \delta_k \cdot {}_jL_k \qquad (7\text{-}1.1)$$

où ${}_jL_k$ = le volume de main d'oeuvre utilisé dans le processus de production k

Ainsi, au lieu de deux types de <u>coefficients structurels</u>, on en aura trois :

- des coefficients techniques a_{lk}
- des coefficients d'allocation b_{lk}
- des coefficients de productivité du travail δ_k

7-2. Le modèle d'emploi de Klaassen.

A la fin de son ouvrage pour l'O.C.D.E. [4], Klaassen a déjà proposé de transformer son modèle d'attraction en un modèle d'emploi.

Partant de la forme réduite du modèle

$$ {}_jg_k = \lambda_d \cdot {}_jd_k + \sum_l \lambda_l \cdot \frac{b_{lk}}{a_{lk}} \cdot {}_jg_l \qquad \text{pour } l=1,\ldots t\ldots n$$

et de $\quad {}_j g_k = \gamma_k \cdot {}_j w_k \qquad$ où $\gamma_k = \delta_k$ et ${}_j w_k = {}_j L_k$
dans nos notations

il écrit : $\gamma_k \cdot {}_j w_k = \lambda_d \cdot {}_j \gamma_o \cdot {}_j W_o + \sum \frac{b_{1k}}{a_{1k}} \cdot \lambda_1 \cdot \gamma_1 \cdot {}_j w_1$

c'est à dire qu'il traduit ${}_j g_k$ en termes d'emploi (${}_j w_k$) au moyen d'un coefficient de productivité (γ_k) - le processus est le même pour ${}_j g_1$ ($= \gamma_1 \cdot {}_j w_1$) - la demande est exprimée au moyen de la production brute totale (production brute par ouvrier dans la région j, ${}_j \gamma_o$ x le nombre total de travailleurs dans la région j, ${}_j W_o$).

L'équation peut encore se présenter comme suit :

$${}_j w_k = \lambda_d \cdot \frac{{}_j \gamma_o}{\gamma_k} \cdot {}_j W_o + \sum \lambda_1 \frac{b_{1k}}{a_{1k}} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_k} \cdot {}_j w_1 \qquad ,$$

à l'intérieur de la région j, l'emploi dans le secteur k (${}_j w_k$) est exprimé comme une fraction linéaire de l'emploi régional total (${}_j W_o$) et de l'emploi dans les différentes branches livrancières (${}_j w_1$)

7-3. Le modèle d'emploi de Van Wickeren.

Van Wickeren [12] présente une autre version du modèle d'emploi statique.

Il définit tout d'abord les coûts de communication par unité d'output relatifs à la main d'oeuvre utilisée par le secteur k au niveau régional (t_{Lk}). Ces coûts, d'après les hypothèses générales à la base de la théorie de l'attraction, ne sont différents de zéro que pour les travailleurs recrutés dans les régions extérieures. Ils comprennent les dépenses en voyage, en dîners des navetteurs mais aussi les pertes dûes à une plus faible productivité vu la moins grande compétence, la fatigue ...etc.

<u>L'ensemble des coûts de communication en main d'oeuvre</u> pour le secteur k dans la région j s'exprime comme suit :

$$t_{Lk}.({}_j r_{Lk} - {}_j s_{Lk}) \quad (7\text{-}3.1)$$

$$= t_{Lk}(\frac{{}_j g_k}{\delta_k} - b_{Lk}.{}_j L) \quad (7\text{-}3.2)$$

où b_{Lk} = le pourcentage général de personnes employées dans le secteur k (1)

Si l'on écrit pour ${}_j g_k$: ${}_j L_k . {}_j \delta_k$, comme l'on a posé ${}_j \delta_k = \delta_k$, on peut dire que ${}_j r_{Lk} = {}_j L_k$ et on aura :

$$= t_{Lk}.({}_j L_k - b_{Lk}.{}_j L) \quad (7\text{-}3.3)$$

<u>L'équation de base du modèle</u> devient :

$${}_j T_k = t_{kd}({}_j g_k - {}_j d_k) + \sum t_{1k}(a_{1k}.{}_j g_k - b_{1k}.{}_j g_1) + t_{Lk}({}_j L_k - b_{Lk}.{}_j L) \quad (7\text{-}3.4)$$

ou

$$t_k.{}_j L_k.\delta_k = t_{kd}({}_j L_k.\delta_k - {}_j d_k) + \sum t_{1k}(a_{1k}.{}_j L_k.\delta_k - b_{1k}.{}_j L_1.\delta_1) + t_{Lk}({}_j L_k - b_{1k}.{}_j L) \quad (7\text{-}3.5)$$

t_k sont les coûts moyens de communication par unité de production

$${}_j L_k = \frac{t_{kd}}{\delta_k(t_{kd} + \sum t_{1k} a_{1k} + t_{Lk}/\delta_k - t_k)}.{}_j d_k + \sum \frac{t_{1k} b_{1k} \delta_1}{\text{Dén.}}.{}_j L_1 + \frac{t_{Lk}.b_{Lk}}{\text{dén.}}.{}_j L \quad (7\text{-}3.7)$$

Les <u>paramètres à estimer</u> sont ceux de l'équation suivante :

$${}_j L_k = \lambda_{kd}.{}_j d_k + \sum \lambda_{1k}.{}_j L_1 + \lambda_{Lk}.{}_j L \quad (7\text{-}3.8)$$

---

(1) A.C. Van Wickeren pose donc comme hypothèse que la main d'oeuvre régionale disponible pour l'industrie k est toujours, dans toutes les régions, une même proportion de l'offre totale de main d'oeuvre sur le marché régional du travail

Le modèle d'emploi de Van Wickeren se présente donc d'une manière similaire à celui relatif aux niveaux de production de Klaassen, à deux exceptions près :

- il n'a pas dégagé les coefficients structurels, ce qui est préférable car, comme il est généralement impossible de connaître les ${}_ja_{lk}$, ${}_jb_{lk}$, ${}_j\delta_k$, utiliser des coefficients nationaux poserait l'hypothèse de l'uniformité des structures d'échanges interindustriels et des processus de production (structure d 'investissement et rapport capital-travail) dans les différentes régions, hypothèse peu réaliste dans un pays très industrialisé.
- il introduit comme variables explicatives de l'emploi total pour le secteur k dans la région j , en plus de celles résultant principalement des relations interindustrielles comme précédemment (la demande régionale pour les produits de ce secteur, ${}_jd_k$ et les niveaux d'emploi dans les secteurs régionaux qui fournissent des produits intermédiaires à k) un nouveau type de variable exogène, de développement : le potentiel de travail régional total.

En utilisant des coefficients structurels régionaux et en les distinguant, le modèle se présenterait comme suit ;

$$ {}_jL_k = \lambda_{kd} \cdot \frac{{}_jd_k}{{}_j\delta_k} + \Sigma\lambda_{lk} \cdot \frac{{}_jb_{lk} \cdot {}_j\delta_l}{{}_ja_{lk} \cdot {}_j\delta_k} \cdot {}_jL_l + \lambda_{Lk} \cdot \frac{{}_jb_{Lk}}{{}_j\delta_k} \cdot {}_jL $$

$$ \text{où } \lambda_{kd} = \frac{t_{kd}}{(t_{Lk}/{}_j\delta_k + \Sigma t_{lk} \cdot {}_ja_{lk} + t_{kd} - t_k)} $$

$$ \lambda_{lk} = \frac{t_{lk}\ {}_ja_{lk}}{(t_{Lk}/{}_j\delta_k + \Sigma t_{lk} \cdot {}_ja_{lk} + t_{kd} - t_k)} $$

$$ \lambda_{Lk} = \frac{t_{Lk}}{(t_{Lk}/{}_j\delta_k + \Sigma t_{lk} \cdot {}_ja_{lk} + t_{kd} - t_k)} $$

Le modèle asturien se base sur le modèle d'emploi de A.C. Van Wickeren comme nous allons le voir dans le chapitre suivant.

CHAPITRE VIII : LE MODELE DES ASTURIES.

8-1. But de l'étude sur L'industrie productrice et transformatrice d'acier en Europe occidentale [8].

Dans leur étude réalisée en 1971 pour l'O.C.D.E., J.Paelinck et W. Molle ont tenté, dans le but de constituer une information de base pour un programme détaillé de développement de la région espagnole des Asturies, de réunir en un ensemble cohérent toutes les informations disponibles sur les industries productrices et transformatrices d'acier en Europe occidentale.

8-2. Structure de l'étude.

Il s'agissait tout d'abord de réunir une documentation importante sur ces deux industries ; au niveau des nations d'Europe occidentale, tracer leur évolution historique, voir leurs tendances à la localisation (de plus en plus vers le marché), leur répartition en Europe occidentale, leur rapport avec le PNB, l'emploi, les relations qu'elles ont entre elles ... etc; puis en décomposant ces deux industries en sous-secteurs et en étudiant le comportement de ceux-ci au niveau régional, élaborer des indices de spécialisation des régions (89), comparer l'importance des exportations et importations des principaux produits de ces industries (charbon, minerai de fer, ferraille...) et donc les frais de transport en résultant, étudier les facteurs extrarégionaux qui poussent à l'agglomération et à la concentration (élaboration de modèles de potentiel), comparer les productions de ces secteurs avec le produit régiona brut (PRB), le revenu par tête etc...

Dans une seconde partie, les auteurs ont cherché à synthétiser en un modèle économétrique simple, les facteurs de localisation des différents sous-secteurs, les causes de leurs variations, les relations de toutes sortes - entrée-sortie, induction, entraînement, répulsion - pouvant exister entre les sous-secteurs, tout en tenant compte de l'impulsion extra-régionale.

8-3. Portée de l'étude.

Les résultats numériques fournissent des indications très utiles pour déterminer le processus de croissance des régions sidérurgiques et en les combinant à une analyse d'attraction plus détaillée, ils permettent le choix d'une politique de développement régional efficiente pour la province des Asturies et indiquent, par les multiplicateurs régionaux sectoriels, les industries à attirer dans la région.

Il faut cependant se rappeler que la probabilité que ces industries viennent s'installer dans la région en question dépend de l'entrepreneur qui compare les facteurs de localisation dans plusieurs régions et choisit la plus favorable à plus ou moins long terme.

La valeur relative des multiplicateurs régionaux sectoriels n'est qu'un critère de sélection parmi un ensemble où il est nécessaire de comparer le profil industriel dégagé par l'analyse économétrique au profil régional.

8-4. Fondements du modèle "des Asturies".

Le modèle élaboré pour l'étude "asturienne" est basé sur les modèles d'attraction de Klaassen et Van Wickeren et plus particulièrement, ne disposant pas de statistiques de production pour l'ensemble des 89 régions d'Europe occidentale sur lesquelles portait l'analyse, sur le modèle d'emploi de A.C. Van Wickeren :

$$_jL_k = \lambda_{kd} \cdot {}_jd_k + \sum \lambda_{lk} \cdot {}_jL_l + \lambda_{Lk} \cdot {}_jL \qquad (7\text{-}3.8)$$

En terme d'emploi, tant la demande intermédiaire et finale $({}_jd_k)$ que certains facteurs d'offre $({}_jL_l)$ y sont intégrés mais, à l'exception de la variable relative à la tension sur le marché du travail introduite par Van Wickeren, ${}_jL$, ils se rapportent tous à la vente d'outputs ou à l'achat d'inputs.

Le modèle d'attration permet d'expliquer le niveau d'activité d'une industrie par la demande pour ses produits et par la présence de quelques fournisseurs dans la région, et de déterminer la région pertinente, c'est à dire la région où ce modèle correspond à la réalité. Mais où exactement à l'intérieur de cette région pertinente, l'industrie va-t-elle s'installer ? Elle s'y localisera en tenant compte du marché du travail et d'autres facteurs, dont la connaissance rendrait superflue la détermination de la taille de la région pertinente.

Après étude des différents facteurs qui pouvaient influencer la localisation des industries productrices et transformatrices d'acier, il est apparu que le seul élément susceptible d'une évaluation statistique correcte était l'indice d'accessibilité aux marchés extra-régionaux (nous le définissons à la section suivante). Au lieu de déterminer la région pertinente, on introduit un facteur qui reflète les possibilités qu'a un industriel de satisfaire la demande extra-régionale aux coûts les plus bas possibles.

8-5. Le modèle des Asturies.

L'équation de base du modèle (total des coûts de transport et de communication) devient au lieu de (7-3.4) :

$$_jT_k = t_{kd}(_jg_k - _jd_k) + \sum t_{lk}(a_{lk}\cdot{}_jg_k - b_{lk}\cdot{}_jg_l) + t_{Lk}(_jL_k - b_{Lk}\cdot{}_jL)$$

$$+ t_{mk}(_jr_{mk} - _js_{mk}) \qquad (8\text{-}5.1)$$

c'est à dire que l'on fait intervenir en plus dans le total $_jT_k$, les frais de communication moyens encourus par la firme k de la région j (t_{mk} ces coûts unitaires) pour compenser l'écart entre l'accès maximum possible aux marchés extrarégionaux ($_jr_{mk}$) et les possibilités réelles d'accès à ces marchés ($_js_{mk}$).

En transformant cette équation en terme d'emploi, comme l'avait fait Van Wickeren, on obtient la <u>forme réduite</u> du modèle :

$$_jL_k = \lambda_{kd}\cdot{}_jd_k + \sum_l \lambda_{lk}\cdot{}_jL_l + \lambda_{Lk}\cdot{}_jL + \lambda_{mk}\cdot{}_jM \qquad (8\text{-}5.2)$$

où $_jM$ représente un indice d'accessibilité aux marchés extrarégionaux

Les différentes variables explicatives de cette équation peuvent être obtenues comme suit :

- la <u>demande finale</u> (consommation et investissement) est estimée sur base de la population, du produit régional brut et du produit régional brut par tête d'habitant
- Pour la <u>demande interindustrielle</u>, on retient seulement les gros consommateurs (coefficient d'allocation supérieur à 20/1000) et pour l'<u>offre interindustrielle</u>, les gros fournisseurs pour lesquels le coefficient d'input est supérieur à 20/1000. Le secteur extraction notamment est un très gros offrant. On constate de nombreuses interrelations entre les branches des secteurs sidérurgiques, et l'on aura des coefficients où se mêlent l'attraction par l'offre et par la demande.
- $_jL$, représentant le potentiel de main d'oeuvre, est estimé par le total des chiffres de travailleurs industriels et de la population agricole.

- Les facteurs de la demande et de l'offre extrarégionales sont contenus dans l'<u>indice d'accessibilité aux marchés extrarégionaux</u> ; cet indice a été calculé sur base de la formule mathématique du potentiel où le terme s'appliquant à la région propre a été éliminé et peut s'écrire :

$$I.A.M._i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} \frac{I_j}{M + T_{ij} + F}$$

I représente généralement le facteur pour lequel le potentiel est calculé - le PRB a été choisi vu qu'il semble représenter le mieux l'ensemble des facteurs de l'offre et de la demande extra-régionales

L'indice d'accessibilité aux marchés extra-régionaux de la région i peut s'exprimer comme la somme sur les différentes régions j des rapports entre le PRB de ces régions (I_j) et l'ensemble des frais de communication et de transport entraînés pour le commerce interrégional avec ces régions (M-frais minima, T_{ij}-coûts de transport de la région i vers la région j, F taxes)

Dans l'<u>analyse résiduelle</u>, il faudra tenir compte des facteurs qui ont probablement de l'influence mais que l'on n'a pas su quantifier : disponibilité et aménagement des terrains, facilités portuaires, instituts de recherche, climat ... etc.

Certaines <u>variables</u> ont cependant dû être <u>éliminées</u> :

- la population : car elle explique en grande partie la variabilité des secteurs et son élimination permet d'éviter des multicollinéarités. On divise les données par la population.
- $_jL$: car l'approximation utilisée s'est révélée mauvaise; on a juste gardé la population agricole comme indicateur de marché.

Les variables restantes se groupent à priori en deux catégories :

- celles relatives au complexe sidérurgique :
   1 - Production d'acier par habitant
   2 - Construction métallique par habitant
   3 - Construction de machines non-électriques par habitant
   4 - Construction de machines électriques par habitant
   5 - Construction de matériel de transport par habitant
   6 - La construction navale par habitant
- celles "hors complexe" :
   7 - Production agricole par habitant
   8 - Industrie extractive par habitant
   9 - Revenu par tête
   10 - Accessibilité aux marchés extrarégionaux.

Les premières sont les variables endogènes, les secondes les variables exogènes.

Le modèle s'écrit finalement :

$$\underline{x} = A.\underline{x} + B.\underline{x}^{*} + \underline{c} + \underline{\varepsilon} \qquad (8\text{-}5.3)$$

où $\underline{x}$ = vecteur des variables endogènes
$\underline{x}^{*}$ = vecteur des variables exogènes
A et B = matrices des coefficients
$\underline{c}$ = vecteur des constantes
$\underline{\varepsilon}$ = vecteur des résidus

et va permettre la mise en évidence d'une part, par la matrice A, des relations entre secteurs du complexe sidérurgique et d'autre part, par la matrice B, des relations entre ces secteurs et les variables exogènes.

On peut comparer cette expression à la forme (8-5.2) en tenant compte des remarques émises précédemment :

- la <u>demande finale</u> est exprimée par les variables exogènes 7 et 9
- la <u>demande intermédiaire</u>, très souvent liée à l'<u>offre</u>, par le vecteur des variables endogènes
  et l'offre, importante pour tous les (sous-)secteurs, des produits du secteur extraction est exprimée par la variable 8.
- on n'a pas tenu compte de ${}_{j}\underline{L}$, on l'a dit
- <u>I.A.M.</u> (variable 10) est repris dans le vecteur des variables exogènes.

8-6. Procédure d'estimation du modèle des Asturies.

Nous exposons ici la procédure théorique d'estimation qui a été utilisée dans l'étude des Asturies. Afin de ne pas alourdir la présentation schématique des différentes étapes de calcul, nous avons préféré ne donner ici aucun exemple chiffré mais uniquement les grands principes de base. Comme de toute manière, c'est cette méthode que nous utilisons dans notre application, elle s'y trouve largement illustrée et amplifiée. Le lecteur qui voudrait se rappeler brièvement les principes fondamentaux de la théorie de l'analyse factorielle à la base de la méthode, lira utilement la section C-1-1 de notre deuxième partie.

Le <u>modèle</u> est, rappelons-le :

$$\underline{x} = A.\underline{x} + B\underline{x}^{*} + \underline{c} + \underline{\varepsilon} \qquad (8\text{-}5.3)$$

<u>L'estimation va se faire en 5 étapes</u> :

* <u>8-6-1.</u> On applique à l'ensemble des variables la <u>méthode des composantes principales</u> (1) qui permet de résumer l'infor-

---

(1) cfr Harman H.H., Modern Factor Analysis, Chicago 1968- pour un exposé succinct de l'analyse factorielle, cfr Tintner [10].

mation que ces variables donnent en un nombre restreint de facteurs.

Dégageant deux systèmes d'équations linéaires où variables et facteurs sont tour à tour variables explicatives et variables à expliquer, elle va indirectement permettre de :

- reconnaître clairement les liens fonctionnels entre toutes les variables et leur intensité
- spécifier les liens entre variables endogènes et estimer la grandeur des coefficients même si plusieurs séries sont multicorrélées (ce à quoi il faut s'attendre du seul fait de l'insertion de toutes les variables dans un même complexe où elles sont toutes exposées aux mêmes influences) - ceci aurait été très difficile par régression.

La matrice A et la matrice B peuvent être déduites du modèle factoriel de la manière suivante :

il dégage un premier système d'équations linéaires où toutes les variables (endogènes $\underline{x}$ et exogènes $\underline{x}^*$ regroupées dans un même vecteur) sont exprimées comme une combinaison linéaire des facteurs. Ceux-ci sont dans un nombre inférieur ou égal à celui des variables et classés en facteurs endogènes ($\underline{f}$) ou exogènes ($\underline{f}^*$), sur base des carrés des coefficients de saturation suivant qu'ils expliquent davantage la variance des variables endogènes ou exogènes. Cette distinction est en fait sans importance pour la suite de l'analyse où on les reprend tous.

$$\begin{pmatrix} \underline{x} \\ \underline{x}^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{f} \\ \underline{f}^* \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \underline{\varepsilon} \\ \underline{\varepsilon}^* \end{pmatrix} \qquad (8\text{-}6\text{-}1.1)$$

le second système exprime chaque facteur (endogène ou exogène) comme une combinaison linéaire de l'ensemble des variables :

$$\begin{pmatrix} \underline{f} \\ \underline{f}^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E & F \\ G & H \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \underline{x} \\ \underline{x}^* \end{pmatrix} \qquad (8\text{-}6\text{-}1.2)$$

Par simple substitution de (8-6-1.2) dans (8-6-1.1), on obtient pour le vecteur $\underline{x}$ des secteurs du complexe :

$$\underline{x} = (AE+BG)\ \underline{x} + (AF+BH)\ \underline{x}^* + \underline{\varepsilon}^*$$

ou $$\underline{x} = A^*\ \underline{x} + B^*\ \underline{x}^* + \underline{\varepsilon}^* \qquad (8\text{-}6\text{-}1.3)$$

où $A^* = (AE+BG)$ donne les relations entre variables endogènes

$B^* = (AF+BH)$ donne les relations entre variables endogènes et exogènes

* 8-6-2. Il semble à première vue que le modèle factoriel surestime l'importance des relations entre variables endogènes (les coefficients de la matrice A^* sont exgérés). Ceci s'explique par le fait que les coefficients de saturation doivent représenter les corrélations entre variables, corrélations qui pour les variables endogènes sont déjà fort élevées du fait de leur appartenance à un même "système" comme nous l'avons déjà souligné.

Sachant que tout modèle à variables endogènes et exogènes peut - sous certaines conditions - se ramener à un modèle réduit, toujours estimable par régression, on calcule la véritable part d'explication des variables endogènes par les variables exogènes de cette façon, en vue d'apporter une correction au modèle factoriel.

La forme réduite de (8-5.3) (explication des variables endogènes par les variables exogènes) s'écrit :

$$\underline{x} = (I-A)^{-1}.B.\underline{x}^* + (I-A)^{-1}.\underline{c} + (I-A)^{-1}.\underline{\varepsilon}$$

ou $$\underline{x} = \Gamma\ .\ \underline{x}^* + \underline{c}^* + \eta \qquad (8\text{-}6\text{-}2.1)$$

Après estimation, on constate effectivement une très grande différence dans la part d'explication de la variance des variables endogènes par les éléments exogènes, dans l'analyse factorielle (somme des carrés des coefficients de saturation des facteurs exogènes) et l'analyse de régression (coefficient de corrélation au carré).

* <u>8-6-3</u>. On décide de corriger le <u>degré de cohésion du complexe</u> (A^*) par le complément à l'unité des parts de variance expliquées par la régression sur forme réduite. Autrement dit, suite à l'analyse de régression, on constate que les variables endogènes ne sauraient expliquer plus d'un certain pourcentage, <u>($1-R^2$)</u> ou <u>r</u>, de la variation des variables endogènes elles-mêmes.

Les nouvelles matrices sont :

$$A^{**} = r . A^*$$

$$B^{**} = (I-A^{**}) . \Gamma$$

car il faut que la matrice des relations endo-exo. dans la forme réduite du nouveau modèle corrigé en A^{**} et B^{**} (8-6-4.1)

$$\underline{x} = (I-A^{**})^{-1} B^{**} \underline{x}^* + \ldots$$

soit équivalente à celle de la forme réduite estimée en (8-6-2)

$$\underline{x} = \Gamma \underline{x}^* + \ldots$$

La matrice A est corrigée en ce qu'elle avait d'excessif; l'estimation des coefficients de B est aussi améliorée, car ceux-ci n'étaient que résiduels dans le modèle factoriel.

* <u>8-6-4</u>. Le modèle otenu

$$\underline{x} = A^{**} \underline{x} + B^{**} \underline{x}^* + \underline{c}^{**} + \eta^* \qquad (8\text{-}6\text{-}4.1)$$

concerne les variables standardisées. Cette standardisation était nécessaire pour l'analyse factorielle et a été réalisée par similitude dans l'analyse de régression. On transforme les résultats pour <u>valeurs originales</u> :

$$\underline{x} = \mathcal{A} \underline{x} + \mathcal{B} \underline{x}^* + \underline{c}_o + \mu \qquad (8\text{-}6\text{-}4.2)$$

* <u>8-6-5. Le modèle permet de mesurer l'effet, sur une région, des variations des variables exogènes mais surtout celui d'une action sur les variables endogènes.</u>

8-7. Recherche des multiplicateurs du complexe.

Le modèle (8-6-4.2) peut s'écrire, en distinguant dans le vecteur des variables endogènes, une quelconque variable x_1 :

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ \underline{x}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & \underline{\alpha}' \\ \underline{\alpha} & \mathcal{A}_r \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_1 \\ \underline{x}_r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ \underline{b} \end{bmatrix} \qquad (8\text{-}7.1)$$

où $\underline{x}_r$ est le vecteur des autres secteurs endogènes; la matrice $\mathcal{A}$ a été partitionnée conformément et le dernier vecteur représente les autres éléments du modèle.

Il en découle que :

$$\underline{x}_r = \underline{\alpha} x_1 + \mathcal{A}_r . \underline{x}_r + \underline{b}$$

$$\underline{x}_r = (I-\mathcal{A}_r)^{-1} . \underline{\alpha} . x_1 + (I-\mathcal{A}_r)^{-1} . \underline{b} \qquad (8\text{-}7.2)$$

les différents secteurs endogènes autres $(\underline{x}_r)$ sont exprimés comme une fonction du secteur isolé x_1.

L'effet d'une variation unitaire du secteur endogène x_1 sur $\underline{x}_r$ est mesurée par le vecteur

$$\underline{v}_r = (I-A_r)^{-1} \underline{\alpha}$$

et l'effet total (en termes d'emploi dans le modèle des Asturies) est donné par la quantité

$$\underline{i}' . \underline{v}_r$$

$\underline{i}'$ est le vecteur ligne unitaire; $\underline{i}' . \underline{v}_r$ la somme de tous les éléments de $\underline{v}_r$.

Il suffit de procéder de même pour chaque élément du vecteur $\underline{x}$, pour obtenir les effets multiplicateurs de chaque secteur endogène sur les autres; ceci, soulignons-le, en dehors de toute influence pouvant être exercée par les éléments exogènes.

8-8. Principaux résultats de l'Etude sur l'industrie productrice et transformatrice d'acier en Europe occidentale. (1)

L'étude pour l'ensemble des 89 régions sélectionnées n'a pas donné de résultats satisfaisants. La construction navale notamment exerçait une influence négative sur d'autres secteurs du complexe, ce qui est peu vraisemblable lorsque l'on considère les villes de Dunkerque, Glasgow et Rotterdam .

Il a été décidé de procéder par régions à composition sectorielle plus homogène. Procédant à une analyse factorielle sur les six secteurs du complexe à l'aide des données fondamentales (non divisées par la population) et en retenant 3 facteurs, il est apparu que l'on pouvait diviser les régions en régions productrices d'acier d'une part, en régions tranformatrices d'acier d'autre part - ces régions possédant ou non l'industrie de la construction navale.

L'étude des <u>régions typiquement productrices d'acier</u> a montré, par l'amlyse factorielle, que la Construction navale (CN) avait un comportement autonome et donc sans conséquences sur le reste des résultats de ces régions.

Les multiplicateurs se présentaient comme suit :

Origine de l'impulsion / Secteur influencé	Prod. d'acier	AMM=art. manuf.en métal	MNE=mach. non-éleetriques	MEE=const. mach.élec.	MT=mat. transp.	CN
PROD.	1,000	0,052	-0,145	0,043	-0,042	-0,259
AMM	0,060	1,000	0,264	0,366	0,061	-0,070
MNE	-0,046	0,073	1,000	0,042	-0,064	-0,053
MEE	0,013	0,092	0,038	1,000	0,081	0,199
MT	-0,052	0,065	-0,251	0,352	1,000	-0,236
CN	-0,019	-0,004	-0,012	0,048	-0,140	1,000
total	0,956	1,279	0,895	1,851	1,023	0,569

(1) Ne sont donnés ici que les résultats de l'étude économétrique proprement dite, l'étude préliminaire telle que nous l'avons schématisée à la section 8-2 permettant d'amplifier et de compléter grandement les résultats.

Deux multiplicateurs sont négatifs, deux sont négligeables, deux sont positifs. Au vu de ce seul critère, les secteurs ayant le plus d'effets d'entraînement et donc à encourager seraient la Construction métallique (AMM) et la Construction de Machines électriques (MEE).

Mais ceci est un modèle de référence, déduit des observations sur toutes les régions; afin de tirer des conclusions pour la Province des Asturies qui est une région "productrice", il faut comparer ce modèle à sa propre structure.

En comparant pour les Asturies, les résidus du modèle factoriel et ceux de l'analyse de régression (un + est une surestimation du modèle) :

Secteur	Modèle factoriel	Modèle de régression
1 PROD.	$\simeq 0$	$\simeq 0$
2 AMM	-	-
3 MNE	+	+
4 MEE	-	-
5 MT	+	-
6 CN	-	-

on constate que la base "acier" est à peu près correcte et que la Construction de machines non-électriques (MNE) serait à développer. Comme les multiplicateurs (négatif pour MNE) se rapportent à la "norme", il semble, compte tenu de la structure particulière des Asturies, qu'une stratégie d'expansion basée sur le développement harmonisé du secteur "PROD." et du secteur "Construction de machines non-électriques" pourrait être une stratégie valable.

L'étude sur les régions transformatrices d'acier sans construction navale permet de voir, par les multiplicateurs seuls, que cette stratégie n'est pas en opposition avec une évolution à plus ou moins long terme vers une région transformatrice.

Les multiplicateurs des régions typiquement transformatrices d'acier sans construction navale sont les suivants :

Origine de l'impulsion / Secteur influencé	PROD.	AMM	MNE	MEE	MT
PROD	1,000	0,162	-0,073	-0,093	0,134
AMM	0,047	1,000	0,018	0,019	0,043
MNE	-0,150	0,128	1,000	0,163	0,048
MEE	-0,213	0,149	0,184	1,000	0,119
MT	0,277	0,312	0,049	0,108	1,000
total	0,961	1,751	1,178	1,197	1,345

Mais il n'est pas certain que le marché extérieur soit là pour soutenir le développement (en effet, tous les coefficients relatifs à l'indice d'accessibilité aux marchés, dans la matrice $\mathcal{B}$, sont tous non-significatifs). Ceci est assez inquiétant car étant donné que MNE a un multiplicateur négatif au niveau de la région dans le premier modèle de "référence" (celui relatif aux régions productrices), on pouvait s'attendre à ce qu'elle soit dans le second modèle de référence influencée par les marchés extérieurs.

Heureusement, dans une autre partie de l'étude où une analyse sectorielle plus détaillée a été effectuée, il a été prouvé que les deux modèles ~~surestimaient~~ systématiquement le secteur MNE, que l'effet répulsif (de MNE sur la PROD. dans les deux multiplicateurs de MNE) peut être dû à l'hétérogénéité relative et au caractère restreint de l'échantillon, et que le potentiel joue un rôle pour ce secteur.

"Ces trois éléments militent en faveur de l'expansion simultanée de la production d'acier, et, à un rythme plus accéléré, de la construction de machines non-électriques. Il y aurait lieu d'étudier, avant d'aborder cette première phase possible d'une expansion asturienne, quelles sont les raisons du retard relatif du secteur des constructions non-électriques par rapport à la norme.

"... Cette première phase permettrait de "lifter" les Asturies au niveau d'une région "transformatrice", avec les structures caractéristiques décrites dans ce chapitre. A ce moment, une expansion plus généralisée serait possible, notamment dans le secteur des machines électriques." [8]

8-9. Conclusions.

La procédure d' estimation utilisée pour les Asturies nous paraît très utile car elle permet d'identifier les relations entre secteurs du complexe, et le calcul des multiplicateurs régionaux sectoriels met en évidence l'effet de chaque secteur endogène sur chaque autre, en dehors de toute influence extérieure au complexe.

Néanmoins les résultats obtenus pour la région des Asturies sont assez minces : la politique que l'analyse tend à dégager pour cette province espagnole, par comparaison de sa structure au modèle de référence, est fort éloignée des mesures que l'on prendrait en se basant sur les multiplicateurs de ce modèle. De plus, si la région peut prétendre à plus ou moins long terme à devenir transformatrice d'acier, le second modèle de référence montre que la stratégie choisie (Production-Construction de machines non-électriques) n'est peut être pas en opposition avec cette évolution, mais confère à ces deux secteurs les multiplicateurs les plus bas !

Il semble que la pauvreté des résultats s'explique par la dimension restreinte des régions sur lesquelles portait l'analyse. Or les phénomènes d'attraction, répulsion ... etc qui se jouent dans les ensembles sidérurgiques sont trop complexes que pour donner un aperçu significatif au niveau de régions aussi petites. Actuellement on tâche, au N.E.I., de refaire l'analyse pour des régions plus vastes.

CHAPITRE IX : DYNAMISATION DE LA THEORIE DE L'ATTRACTION.

" ... la version dynamique ouvre de nouvelles perspectives. Elle pourrait nous permettre éventuellement de déterminer pour chaque région un sentier optimal de développement défini comme la série de structures dépendantes et successives qui contribue le plus aux objectifs de politique régionale pour la région considérée." (1)

9-1. Le modèle dynamique de Van Wickeren.

Après avoir présenté un premier modèle dynamique :

$$_{j}\underline{g}_{t+1} = (Z+B)\ _{j}\underline{g}_{t} + \hat{\lambda}\ _{j}\underline{f}_{t} + \hat{\delta}\ \underline{e}_{t} + (exo)^{o}_{t} \qquad (9\text{-}1.1)$$

où

$Z = \hat{\lambda}\Lambda$

$\hat{\delta}$ = la matrice diagonale des coefficients d'attraction de la demande extra-régionale

la production dans la région j au temps (t+1) dépend de la production régionale à la période précédente, de la demande finale régionale en t, des exportations en t et d'un élément exogène

duquel découle, élaboré plus en détails, celui de J. Paelinck exposé à la section 9-2, Van Wickeren a testé un autre modèle dynamique d'attraction basé au départ sur le marché de l'emploi. [12]. En effet, il disposait pour les 11 provinces hollandaises des chiffres d'emploi relatifs à 26 secteurs au cours de la période 1950-1966.

---

(1) Préface de L.H. Klaassen et J.H.P. Paelinck à la thèse de A.C. Van Wickeren [12].

a) <u>Il construit son modèle</u> à partir de deux équations structurelles représentant :

- l'offre additionnelle de main d'oeuvre pour le secteur k dans la région j :

$${}_{j}L_{k}^{s} = v_{1} \cdot {}_{j}Q + v_{k} \cdot {}_{j}L_{k} + v_{\omega} \cdot {}_{j}\omega_{k} + {}_{j}\mu_{k} \quad (9\text{-}1.2)$$

elle dépend de la population en j au début de la période (${}_{j}Q$), du volume de main d'oeuvre qu'elle occupait en début de période (${}_{j}L_{k}$), du niveau initial de salaires (${}_{j}\omega_{k}$) et d'un terme aléatoire (${}_{j}\mu_{k}$).

- la demande additionnelle de main d'oeuvre pour le secteur k dans la région j :

$${}_{j}L_{k}^{d} = \varphi_{1} \cdot {}_{j}Q + \sum_{i=2}^{n} \varphi_{i} \cdot {}_{j}L_{i} + \varphi_{\omega} \cdot {}_{j}\omega_{k} + {}_{j}\tau_{k} \quad (9\text{-}1.3)$$

elle est également reliée à la population (au moyen d'un coefficient φ_1 qui pourrait être interprété comme un coefficient d'attraction par la demande finale), et au niveau initial de salaires, mais dépend également de l'emploi dans les autres secteurs de la région en début de période (${}_{j}L_{i}$) auquel elle est reliée au moyen d'un coefficient φ_i, qui représente l'attraction exercée par les échanges intermédiaires avec l'industrie i à la fois du côté offre et demande.

Le niveau des salaires provoque finalement un taux déterminé d'emploi dans le secteur k pour la région j. Ce taux est égal à 1 (s'il y a équilibre du marché de l'emploi), > 1 (s'il y a des emplois vacants), < 1 (s'il y a chômage) mais est de toute façon supposé constant. Les observations doivent donc se rapporter à des années au cours desquelles le niveau d'activité était plus ou moins le même.

Tranformant 9-1.2 et 9-1.3, Van Wickeren obtient la forme réduite du modèle (1)

$$\Delta\, {}_{j}L_{k} = \frac{v_{\omega} \cdot \varphi_{1} + v_{1} \cdot \varphi_{\omega}}{v_{\omega} - \varphi_{\omega}}\, {}_{j}Q + \sum_{i=2}^{n-k} \frac{v_{\omega} \cdot \varphi_{i}}{v_{\omega} - \varphi_{\omega}}\, {}_{j}L_{i} + \frac{v_{\omega} \cdot \mu_{k} - v_{k} - \varphi_{\omega}}{v_{\omega} - \varphi_{\omega}}\, {}_{j}L_{k} + \frac{v_{\omega} \cdot {}_{j}\tau_{k} - \varphi_{\omega}\, {}_{j}\mu_{k}}{v_{\omega} - \varphi_{\omega}} \tag{9-1.4}$$

ou plus simplement :

$$\Delta\, {}_{j}L_{k} = \theta_{1} \cdot {}_{j}Q + \theta_{k} \cdot {}_{j}L_{k} + \sum_{i=2}^{n-k} \theta_{i} \cdot {}_{j}L_{i} + {}_{j}\mathcal{E}_{k} \tag{9-1.5}$$

l'augmentation de l'emploi pour l'industrie k dans la région j dépend de la population (${}_{j}Q$), du volume de main d'oeuvre employé dans le secteur k (${}_{j}L_{k}$) mais aussi dans les autres secteurs (${}_{j}L_{i}$) en début de période, et d'un terme aléatoire (${}_{j}\mathcal{E}_{k}$).

b) <u>Il teste ce modèle</u> pour les 26 secteurs en prenant pour chacun tout d'abord 11 observations au cours des 3 périodes 50-55, 55-60, 60-65, et puis sur l'ensemble de la période 3x11 observations.

Les résultats furent très peu satisfaisants dans un cas comme dans l'autre, principalement en raison de l'influence conjuguée dans les θ de l'attraction et de l'augmentation de la productivité du travail. Van Wickeren décide ensuite de supprimer ce deuxième élément en "traduisant" l'emploi en production par estimation des coefficients de productivité du travail.

c) Il aboutit ainsi à un <u>modèle dynamique d'attraction brut</u> (c'est à dire sans coefficients d'attraction ou d'allocation). Considérant que l'accroissement de production résulte en fait des influences combinées de l'augmentation (éventuellement négative) de l'emploi et de l'augmentation de la productivité du travail, il obtient à partir de :

(1) Pour une suite plus détaillée des calculs, cfr A.C. Van Wickeren [12] pp. 170 et 171.

$$ {}_j g_k = {}_j g_k^{t+1} - {}_j g_k^t $$

où il exprime ${}_j g_k^{t+1}$ comme égal à ${}_j L_k^{t+1} . {}_j \delta_k^{t+1}$, et ${}_j g_k^t = {}_j L_k^t . {}_j \delta_k^t$,

$$ {}_j g_k = {}_j L_k^t . \Delta_j \delta_k + \Delta_j L_k . {}_j \delta_k^{t+1} \qquad \text{(cfr [12]) (9-1.6)} $$

Multipliant les différents termes L de l'équation (9-1.5) par les coefficients de productivité du travail, il écrit :

$$ \Delta_j L_k . {}_j \delta_k^{t+1} = \theta_1' . {}_j Q^t + \theta_k' . {}_j L_k^t . {}_j \delta_k + \sum_{i=2}^{n-k} \theta_i' . {}_j L_i^t . {}_j \delta_i^t + {}_j \varepsilon_k' $$

$$ = \theta_1' . {}_j Q_t + \theta_k' . {}_j g_k^t + \sum_{i=2}^{n-k} \theta_i' . {}_j g_i^t + {}_j \varepsilon_k' \qquad (9\text{-}1.7) $$

ajoutant ${}_j L_k^t . \Delta_j \delta_k$ au terme dépendant, il a en vertu de (9-1.6) :

$$ {}_j g_k = \eta_1 . {}_j Q_t + \eta_k . {}_j g_k^t + \sum_{i=2}^{n-k} \eta_i . {}_j g_i^t + {}_j \varepsilon_k'' \qquad (9\text{-}1.8) $$

c'est à dire que parallèlement à la formule (9-1.5), l'augmentation de la production de l'industrie k dans la région j dépend de la population (${}_j Q_t$), de la production de cette industrie (${}_j g_k^t$) ainsi que des autres (${}_j g_i^t$) en début de période et d'un terme aléatoire (${}_j \varepsilon_k''$).

d) <u>deux problèmes restaient à résoudre</u>. Les coefficients régionaux de productivité du travail n'étaient connus que pour 1960. Il a estimé leur évolution à l'aide des taux de croissance de ces coefficients à l'échelon national pendant les périodes 50-55, 55-60, 60-65. Ensuite, manquant d'indices de prix sectoriels, il n'a pas su éliminer l'influence des prix.

Il a fait avec son équipe, l'estimation pour les sous-périodes 50-55, 55-60, 60-65 avec 11 observations, et une autre en combinant les sous- périodes afin d'avoir 33 observations pour chaque secteur et un plus grand nombre de degrés de liberté. Ce qui devait permettre de dégager pour chaque secteur le rôle de la population et de certains secteurs sur l'accroissement du secteur étudié pendant une période de 5 ans.

Mais il s'est heurté à de graves problèmes de multicolliné-arité (1) car ici, à la différence de l'analyse statique, l'accroissement de la production a été directement corrélé à la production et à la population, ne disposant pas de coefficients d'allocation et techniques régionaux. A cause de cette intercorrélation, beaucoup d'écarts-type sont devenus grands et des coefficients de régression négatifs.

La régression sur 33 observations n'était pas meilleure que celle sur 11, sans doute parce que les secteurs étaient trop agrégés. Il serait à conseiller de désagréger, ce qui permettrait de résoudre partiellement l problème de la multi-collinéarité. De plus, la régression sur 11 observations était sans doute meilleure suite à la variation des ocefficients entre 1950 et 1965.

Il n'était pas possible de présenter ici des chiffres de coefficients estimés, ceux-ci n'étant pas publiés.

Van Wickeren a observé à nouveau la prédominance des deux régions les plus industrialisées Noord-Holland et Zuid-Holland mais les résultats sont pauvres, dans l'ensemble.

Les problèmes auxquels l'estimation des modèles dynamiques se heurte restent encore énormes et peu résolus. Van Wickeren suggère d'essayer une analyse temporelle, qui sans doute rencontrerait de nouveaux problèmes statistiques ou d'utiliser au lieu de la régression, la méthode de l'analyse factorielle (1).

Justement notre application à la Province de Liège répondra à cette suggestion en réalisant une analyse temporelle avec les données disponibles sur la période 1958-1968, mais en évitant ses écueils par l'utilisation de l'analyse factorielle, comme dans le modèles des Asturies.

---

(1) Cette étude est antérieure à celle des Asturies et a utilisé l'analyse de régression. Peut-être la méthode d'estimation des Asturies pourrait-elle être appliquée avec succès à l'estimation de modèles dynamiques?

9-2. Le modèle dynamique de J. Paelinck.

Jean Paelinck [7] a également construit un modèle dynamique :

Au lieu de ${}_j\underline{g} = [\hat{\lambda} A+B]\, {}_j\underline{g} + \hat{\lambda}\, {}_j\underline{f}$ qui néglige les adaptations intertemporelles, on pourrait prendre le modèle dynamique suivant :

$$\text{I} \qquad \boxed{{}_j\underline{g}_t = B^{*}.\, {}_j\underline{g}_{t-1} + \hat{b}.\, {}_j\underline{f}_{t-1} + \hat{d}(\Delta_j\underline{x})_t + C^{*}(exo)_{t-1}}$$

la prodution régionale au temps t dépend de la production à la période précédente, de la demande finale régionale à la période précédente, des changements dans les exportations entre (t-1) et t, et d'un facteur exogène.

Les différences entre les deux formules sont bien sûrs l'introduction de la dynamique mais aussi des exportations et d'un facteur exogène. B^{*} pourrait correspondre à $[\hat{\lambda} A+B]$, $\hat{b}$ à $\hat{\lambda}$ avec certaines différences dûes à la dynamique et à l'intervention de plus de fateurs explicites. En conséquence, la nouvelle équation n'est pas une identité ou une équation de définition mais une équation technique et de comportement.

On peut compléter cette équation principale par un ensemble d'équations additionnelles, par exemple :

$${}_j\underline{f}^{i}_{t-1} = \underline{\alpha}.y_{t-1} + \underline{\beta}$$

$$y_{t-1} = \underline{\phi}'.\underline{g}_{t-1}$$

et

$$\boxed{{}_j\underline{f}^{i}_{t-1} = \underline{\alpha}.\underline{\phi}'.\underline{g}_{t-1} + \underline{\beta}} \qquad (1)$$

la première équation, ou ensemble d'équations de comportement, établit une dépendance linéaire entre la demande finale régionale pour tous les produits et le revenu régional (y); la deuxième définit le revenu régional total comme la somme des valeurs ajoutées par produit multipliées par la production totale, pour chaque secteur.

On peut exprimer les importations par :

$$\boxed{{}_j\underline{m}_t = \hat{\mu}^{*}.A.{}_j\underline{g}_t + \hat{\mu}^{**}.{}_j\underline{f}^i_t} \quad (2)$$

Reprenant la relation de base

$${}_j\underline{g}_t = A.{}_j\underline{g}_t + {}_j\underline{f}^i_t + {}_j\underline{x}_t - {}_j\underline{m}_t$$

exprimée en accroissements :

$$\Delta_j\underline{g}_t = A(\Delta_j\underline{g})_t + (\Delta_j\underline{f}^i)_t + ({}_j\Delta\,\underline{x})_t - (\Delta_j\underline{m})_t$$

$$\boxed{\begin{aligned}(\Delta_j\underline{x})_t = {}&{}_j\underline{g}_t - {}_j\underline{g}_{t-1} - A_j\underline{g}_t + A_j\underline{g}_{t-1} - {}_j\underline{f}^i_t + {}_j\underline{f}^i_{t-1} \\ &+ {}_j\underline{m}_t - {}_j\underline{m}_{t-1}\end{aligned}} \quad (3)$$

Substituant (3) dans notre modèle dynamique de départ, I :

$$\begin{aligned}{}_j\underline{g}_t = {}& B^{*}.{}_j\underline{g}_{t-1} + \hat{b}.{}_j\underline{f}^i_{t-1} + \hat{d}\Big\{(I-A)_j\underline{g}_t - (I-A)_j\underline{g}_{t-1} \\ &- {}_j\underline{f}^i_t + {}_j\underline{f}^i_{t-1} + {}_j\underline{m}_t - {}_j\underline{m}_{t-1}\Big\} + C^{*}\,(\text{exo})_{t-1} \\ = {}& \hat{d}(I-A).{}_j\underline{g}_t + \Big\{B^{*} - \hat{d}(I-A)\Big\}{}_j\underline{g}_{t-1} - \hat{d}\,{}_j\underline{f}^i_t \\ &+ (\hat{b}+\hat{d})\,{}_j\underline{f}^i_{t-1} + \hat{d}\,{}_j\underline{m}_t - \hat{d}\,{}_j m_{t-1} + C^{*}(\underline{\text{exo}})_{t-1}\end{aligned}$$

Utilisant (1) et (2) pour remplacer les ${}_j\underline{f}^i$ et les ${}_j\underline{m}$:

$${}_j\underline{m}_t = \hat{\mu}^{*}.A_j\underline{g}_t + \hat{\mu}^{**}.\underline{\alpha}.\underline{\phi}'.{}_j\underline{g}_t + \hat{\mu}^{**}.\underline{\beta}$$

$$\begin{aligned}{}_j\underline{g}_t = {}& \hat{d}(I-A).{}_j\underline{g}_t + \Big\{B^{*} - \hat{d}(I-A)\Big\}\,{}_j\underline{g}_{t-1} - \hat{d}.\underline{\alpha}.\underline{\phi}.{}_j\underline{g}_t \\ &- \hat{d}\underline{\beta} + (\hat{b}+\hat{d})\underline{\alpha}.\underline{\phi}'.{}_j\underline{g}_{t-1} + (\hat{b}+\hat{d})\underline{\beta} + \hat{d}\hat{\mu}^{*}A_j\underline{g}_t \\ &+ \hat{d}\hat{\mu}^{**}\underline{\alpha}.\underline{\phi}'.{}_j\underline{g}_t + \hat{d}\hat{\mu}^{**}\underline{\beta} - \hat{d}\hat{\mu}^{*}.A.{}_j\underline{g}_{t-1} \\ &- \hat{d}\hat{\mu}^{**}\underline{\alpha}.\underline{\phi}'.{}_j\underline{g}_{t-1} - \hat{d}\hat{\mu}^{**}\underline{\beta} + C^{*}(\underline{\text{exo}})_{t-1}\end{aligned}$$

$$_j\underline{g}_t = \frac{B^{*} - \hat{d}(I-B) + (\hat{b}+\hat{d})\,\underline{\alpha}\,\underline{\phi}' - \hat{d}\hat{\mu}^{*}\underline{\beta} - \hat{d}\hat{\mu}^{**}\underline{\alpha}\,\phi'}{I - \hat{d}(I-B) - \hat{d}\underline{\alpha}\,\phi' + \hat{d}\hat{\mu}^{*}B + \hat{d}\hat{\mu}^{**}\alpha\,\underline{\phi}'} \cdot {}_j\underline{g}_{t-1}$$

$$+ \frac{-\hat{d}\beta + (\hat{b}+\hat{d})\underline{\beta} + \hat{d}\hat{\mu}^{**}\beta - \hat{d}\hat{\mu}^{**}\underline{\beta}}{\text{même dénominateur}}$$

$$+ C^{*}(\underline{exo})_{t-1}$$

Après simplifications :

$$_j\underline{g}_t = \frac{B^{*} + \hat{b}\underline{\alpha}\,\underline{\varphi}' - \hat{d}\left\{I - (I-\hat{\mu}^{*})B - (I-\hat{\mu}^{**}\underline{\alpha}\,\underline{\phi}')\right\}}{I-\hat{d}\left\{I - (I-\hat{\mu}^{*})B - (I-\hat{\mu}^{**})\underline{\alpha}.\underline{\phi}'\right\}} \cdot {}_j\underline{g}_{t-1}$$

$$+ \frac{\hat{b}.B}{\hat{m}\ \text{dén.}} + C^{*}\,(\underline{exo})_{t-1}$$

ou :

$$\boxed{_j\underline{g}_t = B^{**}\ .\,_j\underline{g}_{t-1} + \underline{c}^{**} + C^{*}(\underline{exo})_{t-1}}$$

C'est à dire que finalement la production régionale au temps t dans les différents secteurs, à l'intérieur de la région j, dépend de la production à la période précédente, d'une constante et d'un facteur exogène.

Ce modèle n'a pas encore été testé mais il poserait très certainement de grands problèmes d'estimation.

En résumé, la théorie de l'attraction en introduisant deux éléments supplémentaires par rapport à l'analyse input-output (aspect offre, frais de communication et de transport) cherche à analyser de façon plus complète et plus opérationnelle d'une part, les facteurs influant sur la localisation et la dimension d'une entreprise et d'autre part, les phénomènes de polarisation.

D'un point de vue théorique, le processus de son élaboration est très joliment agencé mais il est également très complexe, et de ce fait :

- il nécessite que l'on pose au départ de nombreuses hypothèses très restrictives (nous les avons analysées à la section 4-6) compromettant sa portée réelle
- la théorie perd, lors de son estimation, beaucoup de la signification qu'elle s'était assignée en raison du manque de données et des problèmes statistiques qu'elle soulève :
    - on ne peut plus calculer la région pertinente : c'est à dire que l'on applique le modèle au niveau de régions trop petites où les phénomènes d'attraction ou de répulsion entre les industries ne savent pas se manifester totalement, ce qui peut parfois limiter la signification des résultats comme dans l'analyse des Asturies
    - les coefficients d'attraction, les λ, après estimation ont une signification plus large que dans la théorie et ne représentent pas uniquement les influences résultant des relations technologiques et des frais de communication et de transport (cfr section 4-6)
    - sa version dynamique s'est heurtée à de nombreux problèmes d'estimation; la méthode d'estimation utilisée pour les Asturies permettra peut-être de les résoudre.

Néanmoins, tout en tenant compte de ces remarques, la théorie de l'attraction peut être d'un grand intérêt :

- elle permet, suite à l'estimation du modèle spécifique, de voir si une industrie est orientée vers l'offre, la demande (finale ou intermédiaire) ou "libre de toute entrâve" et d'étudier comment sa croissance influence les autres industries de façon directe
- le modèle général met en évidence des multiplicateurs régionaux sectoriels indiquant l'effet sur la production des secteurs sélectionnés, au niveau de la région, de l'augmentation d'une unité dans une variàble exogène (demande finale dans le modèle 5-2-8, ou encore production des autres secteurs, importations, exportations comme dans la matrice ${}_{j}E$ du modèle 6-5-4.3) ou même de la variation de la production d'un autre secteur du complexe (comme dans l'analyse des Asturies)

A cet égard les résultats obtenus par Klaassen et Van Wickeren dans leurs applications sur les provinces des Pays-Bas sont très intéressants : ils permettent de classer les industries, de repérer l'industrie de pointe, de décrire le processus d'industrialisation aux Pays-Bas, de distinguer les provinces avancées des provinces en retard ...etc. Ils font de la théorie de l'attraction un outil valable de politique économique régionale, comme nous l'avions souligné aux sections 4-5, 6-4, 6-5.

L'étude sur l'industrie transformatrice et productrice d'acier en Europe occidentale aide à clarifier les influences pouvant se manifester à l'intérieur de complexes sidérurgiques de manière générale. Les leçons à en tirer pour une politique de développement des Asturies doivent cependant l'être avec prudence pour la raison évoquée précédemment (cfr section 8-8).

DEUXIEME PARTIE :

UNE APPLICATION A LA PROVINCE DE LIEGE

En dépit des critiques émises sur les fondements même de la théorie (cfr sections 4-6 et 5-4) mais constatant les résultats positifs obtenus dans les applications (non-dynamiques), nous avons voulu, dans la deuxième partie de ce mémoire, essayer d'estimer à notre tour un modèle d'attraction, non pas en faisant une analyse "en coupe instantannée" sur différentes régions plus ou moins semblables pour une même année, comme celà avait été le cas jusqu'à présent, mais en utilisant les informations statistiques relatives à la période 1958-1968 dont nous disposions pour la province belge de Liège.

Nous aurions pu tenter d'estimer le modèle dynamique de J. Paelinck, mais il est d'une structure complexe qui aurait posé de graves problèmes d'estimation dépassant le cadre du présent mémoire.

Faire une analyse dynamique ou temporelle en utilisant la méthode des moindres carrés en une étape comme l'avait fait Van Wickeren, dans sa thèse de 1971, aurait soulevé inévitablement de graves problèmes de spécification vu la multicollinéarité élevée entre variables endogènes résultant de l'application du modèle aux secteurs d'une même région et qui connaissent, du fait de leur appartenance à un même ensemble, des évolutions souvent parallèles.

Pour éviter celà, il a été décidé d'appliquer à nos séries temporelles le modèle statique des Asturies et sa méthode (cfr 8-5 et 8-6) qui, par le détour de l'analyse factorielle, permet de déterminer les relations existant entre les variables endogènes; la régression, sur forme réduite, intervient dans une seconde phase pour corriger ce que cette détermination peut avoir d'excessif. Les facteurs que l'on interprétait comme des traits communs aux différentes régions, deviennent des facteurs temporels qui regroupent certains secteurs suivant des critères comme sensibilité à la conjoncture, rôle du Marché Commun depuis sa création, influence de l'urbanisation croissante ... etc.

Il apparaît, pour de multiples raisons (trop forte agrégation des secteurs, analyse temporelle, défaillances de la méthode d'estimation ... etc) qui seront évoquées tout au long de notre exposé et exposées en détail dans nos conclusions, qu'il faut interpréter les résultats avec prudence.

Néanmoins, ceux-ci, étant donnée la dimensionde l'analyse, présentent déjà un grand intérêt puiqu'ils permettent, à partir de l'analyse économétrique uniquement, de mettre en évidence quelques problèmes majeurs de l'économie liégeoise.

A. DETERMINATION DU MODELE ET SELECTION DES VARIABLES.

A-1. Utilisation d'un modèle de production.

Dans l'analyse des Asturies, on avait dû, faute de disposer de statistiques de production, transformer l'équation de base en un modèle d'emploi dont la forme réduite s'écrivait :

$$ {}_jL_k = \lambda_{kd} \cdot {}_jd_k + \sum_l \lambda_{lk} \cdot {}_jL_l + \lambda_{Lk} \cdot {}_jL + \lambda_{mk} \cdot {}_jM \qquad (8\text{-}5.2) $$

Pour la Province de Liège, il était possible de disposer des chiffres de valeur ajoutée brute au coût des facteurs pour les principaux secteurs (1). Cette statistique est une bonne base d'appréciation de la croissance de chaque secteur et la meilleure mesure de sa participation au revenu régional. Plutôt que d'utiliser un pis-aller (nous aurions pu aussi disposer de chiffres d'emploi relatifs à chaque secteur), nous avons fondé notre application sur un <u>modèle de production</u> qui peut être obtenu, à partir de (8-5.2) en multipliant simplement, pour les différentes branches, l'emploi par la productivité et en remplaçant l'indice j se rapportant aux régions par un indice t relatif au temps puique notre analyse n'est plus spatiale mais temporelle.
Le modèle peut s'écrire :

$$ {}_tg_k = \lambda_{kd} \cdot {}_td_k + \sum_l \lambda_{lk} \cdot {}_tg_l + \lambda_{Lk} \cdot {}_tL + \lambda_{mk} \cdot {}_tM \qquad (A\text{-}1.1) $$

C'est à dire qu'à l'intérieur d'une région déterminée (la province de Liège dans notre exemple) et dans le cadre d'une période donnée (t varie de 1958 à 1968 dans notre application), la production annuelle régionale brute de l'industrie k (${}_tg_k$) peut être exprimée comme une fonction linéaire, au temps t, de la demande régionale pour ses produits (${}_td_k$), de la production des autres industries régionales susceptibles de lui fournir des inputs (les ${}_{t}g_{l}$), du potentiel régional de main d'oeuvre (${}_{t}L$) et de l'indice d'accessibilité aux marchés extra-régionaux (${}_{t}M$).

A-2. Mode d'approche des variables explicatives.

Les différentes variables explicatives de (A-1.1) peuvent être déterminées de la manière suivante :

- la demande finale (${}_{t}d_{k}$) est exprimée au moyen de la population,
- la production des secteurs l avec lesquels k est en relation pour la vente ou l'achat de produits intermédiaires, s'exprime au moyen des statistiques de valeur ajoutée brute (V.A.B.) au coût des facteurs
- ${}_{j}L$, le potentiel de main d'oeuvre, s'obtient en sommant les chiffres de population active et de chômeurs de la province,
- l'indice d'accessibilité au marché extrarégional, du côté offre ou demande, est représenté par le PIB total de la CEE vers laquelle la province de Liège est fortement orientée.

Toutes les séries statistiques en valeurs ont été relevées sur base des prix de 1963 afin d'éliminer l'effet-prix. (1)

A-3. Ecriture définitive du modèle.

Dès lors, il a été possible de retrouver un modèle de la forme :

---

(1) Les sources des différentes séries statistiques utilisées sont indiquées en annexe, suite au tableau I.

$$\underline{x} = A.\underline{x} + B.\underline{x}^{*} + \underline{c} + \underline{\varepsilon} \qquad \text{cfr } (8\text{-}5.3) \qquad (A\text{-}3.1)$$

où $\underline{x}$, le <u>vecteur des variables endogènes</u>, comprend les statistiques de valeur ajoutée pour les différents secteurs appartenant au complexe que nous voulons étudier : tous les secteurs industriels et de service à l'exception de l'agriculture, branche non-industrielle au sens strict, et de l'extraction, qui connaît une forte récession et est, vu la nature du charbon extrait, plutôt orientée vers la consommation domestique et de ce fait, assez indépendante des autres secteurs.

$\underline{x}^{*}$, le <u>vecteur des variables exogènes</u>, comprend les valeurs ajoutées de ces deux secteurs et des variables générales de développement comme population, potentiel de main d'oeuvre, PIB du Marché Commun.

$\underline{c}$ est un vecteur de <u>constantes</u>

$\underline{\varepsilon}$ est un vecteur de <u>termes aléatoires</u>.

où A est une matrice permettant de quantifier les relations entre variables du complexe, c'est la future <u>matrice d'attraction</u>

B est la matrice des relations entre variables <u>exogènes</u> et variables du <u>complexe</u>.

A-4. Sélection des variables.

Nous disposions au départ des statistiques de valeur ajoutée pour 20 secteurs; avec les statistiques des 3 autres variables exogènes, celà nous faisait un total de 23 variables pour la période 1958-1968 aux prix de 1963.

Il nous a été permis au Nederlands Economisch Instituut d'utiliser le programme des Asturies; mais pour ce faire, il fallait déjà réduire les variables au nombre de 15 : nous avons groupé les secteurs présentant des similitudes. Néanmoins l'analyse factorielle n'a pas donné de résultats satisfaisants, apparemment parce que le nombre de variables (15) était supérieur au nombre d'observations (11) mais nous n'avons pas eu le temps, dans le cadre de ce mémoire, de justifier ce phénomène sur le plan théorique.

Finalement, les séries statistiques ont été regroupées afin d'avoir en tout <u>10 variables</u> (ces séries sont reproduites dans le tableau I de l'Annexe) :

1 AGRICULTURE
2 EXTRACTION
3 DIVERS : c'est une variable qui reprend tout un ensemble de secteurs hétérogènes de moindre importance : Denrées alimentaires - Boissons, tabacs - Textiles - Vêtements, chaussures - Bois et meubles - Papier, impression, édition - Terre cuite, céramique, verre, ciment - Métaux non-ferreux et garages - Industries non dénommées par ailleurs
4 INDUSTRIE CHIMIQUE ET ACTIVITES CONNEXES
5 SIDERURGIE
6 FABRICATIONS METALLIQUES (y compris construction navale)
7 CONSTRUCTION
8 SERVICES : cette variable regroupe les secteurs commerce, banques, assurances, immeubles d'habitation, transport et communication, services, électricité, gaz et eau.
9 POTENTIEL DE MAIN D'OEUVRE
10 PIB DU MARCHE COMMUN

Les variables 3 à 8 sont les <u>variables endogènes</u>, formant le "complexe" des activités industrielles; les variables 1,2, 9,10 étant les variables exogènes.

La statistique "population" a été éliminée, la variable 9 suffisant à introduire l'aspect "demande finale". En effet, bien que ces deux variables aient des tendances d'évolution légèrement différentes (la population tend à croître, le potentiel de main d'oeuvre à diminuer) , elles peuvent être considérées toutes deux comme pratiquement stables au cours de la période 1958-1968.

B. ORGANIGRAMME DES CALCULS.

La suite des opérations effectuées afin de déterminer les relations existant entre ces dix variables, et plus particulièrement entre les variables du complexe, au moyen du modèle

$$\underline{x} = A.\underline{x} + B.\underline{x}^{*} + \underline{c} + \underline{\varepsilon} \qquad \text{(A-3.1)}$$

peut être schématisée dans l'organigramme suivant (1) :

variables originales

- standardisation
- matrice des corrélations
- analyse factorielle donnant les "factor loadings" et les "factor scores"

le produit des coefficients de facteurs (factor loadings) et des coefficients de"régression" (dans la recherche des factor scores) permet l'obtention de la matrice A^{*}

- standardisation

- analyse de régression de la forme réduite du modèle; on obtient les coefficients de corrélation donnant, par leurs carré, la part d'explication des variables endogènes par les var. exogènes(R^2)

correction de la matrice A^{*} par $(I-R^2)$ on obtient A^{**}

calcul de la matrice B^{**}
$B^{**} = (I-A^{**})\Gamma$ (2)

calcul de A^{**} et B^{**} pour valeurs originales
$\underline{X} = \mathcal{A} . \underline{X} + \mathcal{B} . \underline{X}^{**} + \underline{c}_o + \underline{\mu}$

calcul des multiplicateurs sectoriels pour chaque variable endogène :
$\underline{v}_r = (I-\mathcal{A}_r)^{-1}$

---

(1) Pour une bonne compréhension de ce quisuit, le lecteur gardera utilement à l'esprit la procédure d'estimation des Asturies et les principes qui en sont à la base et qui ont été exposées antérieurement, pages 66 à 70.

(2) Rappel : il faut que la matrice des relations entres variables exogènes et endogènes dans la nouvelle forme réduite : $\underline{x} = (I-A^{**})^{-1}B^{**}\underline{x}^{*} + (I-A^{**})^{-1}\underline{c}^{**} + (I-A^{**})^{-1}\eta^{*}$ soit identique à celle de la première forme réduite

$$\underline{x} = \Gamma\underline{x}^{*} + \underline{c}^{*} + \eta$$

c'est à dire que

$$(I-A^{**})^{-1}.B^{**} = \Gamma$$

C. DETAIL DES DIFFERENTES ETAPES ET ETUDE DES RESULTATS.

C-1. L'analyse factorielle.

C-1-1. Signification de l'anlyse factorielle.

Il ne nous paraît pas nécessaire, dans le cadre de ce mémoire, d'exposer la théorie de l'anlyse factorielle. Peut-être est-il utile de rappeler brièvement son but et la signification des résultats auxquels elle aboutit, en prenant pour exemple le nombre de nos variables - 10 . (1)

La méthode des composantes principales introduite par Hotelling a pour but de décrire un ensemble de phénomènes associés (nos 10 variables) et de rechercher leurs principales causes de variations communes.

Elle exprime chaque variable standardisée (2) comme une combinaison linéaire de facteurs ou composants principaux au nombre maximal de dix ($f_1 \ldots f_{10}$) :

$$\begin{cases} x_1 = k_{1.1}f_1 + \ldots + k_{1.m}f_m + \ldots + k_{1.10}f_{10} \\ \vdots \\ x_i = k_{i.1}f_1 + \ldots + k_{i.m}f_m + \ldots + k_{i.10}f_{10} \\ \vdots \\ x_{10} = k_{10.1}f_1 + \ldots + k_{10.m}f_m + \ldots + k_{10.10}f_{10} \end{cases} \qquad \text{(C-1-1.1)}$$

i (=j) variables, i=j=1...10
m facteurs, m=1...10

où les k_{im} sont appelés les "loading factors" ou coefficients de saturation.

---

(1) Pour une justification mathématique de la méthode, se référer, par exemple, à Tintner [10].

(2) Ainsi, toutes les variables ont une moyenne nulle et une variance égale à 1, ce qui les rend comparables.

Les facteurs sont orthogonaux, c'est à dire que

$$\sum_{t=1}^{11} f_{mt} . f_{nt} = 0 \qquad \text{(C-1-1.2)}$$

$$\text{pour tout } m=1...10 \quad n=1...10 \quad m \neq n$$

En d'autres termes, il n'existe aucune covariance entre les facteurs, ce qui exclut tout risque de multicollinéarité.

On pose l'hypothèse que les coefficients de saturation doivent reproduire les corrélations originales entre les variables x_i de telle sorte que :

$$r_{ij} = \sum_m k_{im} . k_{jm} \qquad \text{pour } m = 1...10 \qquad \text{(C-1-1.3)}$$

Il en vient que la variance de la $j^{ème}$ variable (j=1...10), qui vu la standardisation est égale à 1, peut s'exprimer comme suit :

$$\sigma_j^2 = 1 = k_{j1}^2 + k_{j2}^2 + ... + k_{j10}^2 \qquad \text{(C-1-1.4)}$$

C'est ce qu'on appelle la communauté.

La part de la variance de la variable j expliquée par le facteur m est égale au carré du coefficient de saturation correspondant (k_{jm}^2).

De même, la part de la variance totale de l'ensemble des variables que l'on peut attribuer au facteur m (m=1...10) est égale à $\sum_{j=1}^{10} k_{jm}^2$, c'est à dire à la somme des carrés des éléments de la $m^{ème}$ colonne de la matrice des coefficients de saturation.

Il arrive en fait qu'un nombre de facteurs inférieur à 10 suffise à expliquer la variance de l'ensemble des variables. Comme les programmes présentent généralement les facteurs dans l'ordre décroissant de leur apport respectif, on ne retient souvent que les quelques premiers, 4,5, parfois moins, vu qu'ils expliquent déjà au moins 95% de la variance de toutes les variables.

L'analyse factorielle permet, dans une seconde phase, d'exprimer les facteurs comme des combinaisons linéaires des variables :

$$\begin{cases} f_1 = l_{1.1}x_1 + \ldots + l_{1.i}x_i + \ldots + l_{1.10}x_{10} \\ \vdots \\ f_m = l_{m.1}x_1 + \ldots + l_{m.i}x_i + \ldots + l_{m.10}x_{10} \\ \vdots \\ f_{10} = l_{10.1}x_1 + \ldots + l_{10.i}x_i + \ldots + l_{10.10}x_{10} \end{cases} \qquad (C\text{-}1\text{-}1.5)$$

On peut alors calculer la valeur des facteurs (factor scores) dans le temps, s'il s'agit d'une analyse temporelle comme dans notre étude, et ainsi les interpréter plus aisément.

C-1-2. Résultats de l'analyse factorielle.

Rappelons que notre but, en utilisant la méthode des composantes principales, est de spécifier les relations existant entre les dix variables du modèle (A-3.1) et d'estimer la grandeur des coefficients en se servant des deux systèmes d'équations linéaires (C-1-1.4) et (C-1-1.1) qu'elle dégage (cfr paragraphe 8-6-1).

Les résultats détaillés de l'analyse factorielle sont reproduits en annexe dans les tableaux II à V et le graphique I.

La matrice des coefficients de corrélation entre variables standardisées (tableau II de l'annexe) fait apparaître, à l'exception du secteur chimie, de nombreux coefficients de corrélation très élevés (les coefficients supérieurs à 0,65% en valeur absolue ont été soulignés dans le tableau).

Cette multicollinéarité élevée entre les variables résulte probablement, comme nous l'avons déjà souligné dans notre introduction p. 86 , de la caractéristique essentielle de notre analyse : au lieu d'observer nos différentes variables sur un ensemble de régions, nous étudions leur évolution à l'intérieur d'une seule et même région. C'est dire qu'elles se trouvent toutes engagées dans un même système qui les conditionne et façonne leur évolution de telle sorte qu'elles paraissent, de ce seul fait, déjà liées entre elles (d'où ces coefficients de corrélation élevés).

L'analyse factorielle, suite à la propriété d'orthogonalité des facteurs (C-1-1.2), permet d'éviter cet écueil tout en tenant compte des coefficients de corrélation dans l'expression des coefficients de saturation (cfr C-1-1.3) et nous donne le moyen d'estimer les relations entre les variables.

Etant donné que <u>4 facteurs</u> donnaient déjà 97,4 % d'explication de la variance totale de toutes les variables, il a été décidé de se limiter à ce nombre.

La <u>matrice des coefficients de charge</u> - ou "loading factors" - après rotation (c'est à dire répartition optimale, dans l'espace, des vecteurs de charge des 4 facteurs afin de maximer leur % d'explication de la variance des variables) est reproduite au tableau III de l'Annexe.

En ne reprenant que les coefficients de charge d'une valeur supérieure ou égale à 0,50 (*) ou même à 0,70 (**), on a le tableau :

	F_1	F_2	F_3	F_4
3 DIVERS	(-)*			(-)*
4 CHIMIE		**		
5 SIDER.			*	(-)*
6 FAB.MET.	(-)**			
7 CONST.	(-)**			(-)*
8 SERV.	(-)*		*	(-)*
1 AGRIC.			(-)**	
2 EXTRACT.				**
9 POT. M-O				**
10 PIB MC	(-)*			(-)*

Dès à présent, il faut souligner qu'il serait insensé de tirer des conclusions du comportement de la variable 3. Elle comprend une trop grande diversité de secteurs pour avoir une signification propre.

En tenant compte des coefficients de charge les plus élevés (**), il apparaît que Fabrications métalliques et Construction sont liés par le premier facteur : ceci est logique vu les besoins du deuxième secteur en produits du premier, ce facteur joint aussi, dans une importante mesure, le PIB du Marché Commun et les Services.

La Chimie est complètement indépendante et résumée dans le facteur 2 (cet isolement se manifestait déjà clairement dans la matrice des corrélations).

Le facteur 3 caractérise surtout l'Agriculture qui dans une petite mesure, est liée, mais en opposition, aux services ce qui reflète l'exode agricole vers les villes et à la Sidérurgie ce qui est plus difficile à expliquer.

Le facteur 4 associe Extraction et Potentiel de main d'oeuvre, les fermetures successives des charbonnages ayant obligé bon nombre d'ouvriers miniers à prendre une retraite anticipée ou à rechercher un emploi en dehors de la Province, par exemple au Limbourg. Il les oppose aux secteurs Sidérurgie, Construction, Services qui sont emportés dans le mouvement du Marché Commun, comme celà avait déjà été indiqué partiellement par le facteur 1.

La matrice des coefficients de charge au carré, indiquant quelle est la part de chaque variable expliquée par chaque facteur, est donnée au tableau IV de l'Annexe; en ne reprenant que les éléments supérieurs à 0,50 %, cette matrice se présente comme suit :

	F_1	F_2	F_3	F_4		F_1+F_2	F_3+F_4
3 DIVERS							0,65
4 CHIMIE		0,91				0,92	
5 SIDER.	[illegible]						0,81
6 FAB.MET.	0,90					0,91	
7 CONST.	0,54					0,59	
8 SERV.							0,63
1 AGRIC.			0,84				0,89
2 EXTRACT.				0,79			0,82
9 POT.M-O				0,74			0,78
10 PIB MC							0,56

Il apparaît, tout comme dans le tableau précédent, que les facteurs 1 et 2 n'expliquent que la variabilité des variables endogènes, tandis que les facteurs 3 et 4 se rapportent davantage aux variables exogènes. En effet, lorsque l'on totalise facteurs endogènes (F_1+F_2) d'une part, et facteurs exogènes (F_3+F_4) d'autre part, on constate que les facteurs endogènes n'expliquent pas du tout la variance des variables exogènes, tandis que les facteurs exogènes, à eux deux, expliquent quand même une certaine part de la variance des variables endogènes. Rappelons que cette distinction est toutefois formelle vu que finalement tous les facteurs sont repris.

Pour tâcher d'identifier les facteurs, il peut être utile de tenir compte, en plus des remarques déjà faites, des "factor scores", valeurs des facteurs sur la période 1958-1968 (données en Annexe dans le Tableau V et illustrées par le Graphique 1).

Le facteur 1, (cfr matrice des coefficients de charge) groupe tous éléments entraînés dans un même mouvement, apparemment celui du Marché Commun.

Le facteur 2 , concernant la Chimie seule, peut sans aucun doute, d'après le graphique 1, être associé à la conjoncture.

Le facteur 3 s'apparente au phénomène de l'urbanisation : le déclin dans l'agriculture provoque un exode vers la ville et un développement des Services.

Le facteur 4 est lié au déclin des mines et charbonnages et leur fermeture dans la région liégeoise : en effet, le graphique relatif au facteur 4 correspond à l'évolution du secteur Extraction (cfr Tableau I de l'Annexe) qui après avoir connu une baisse de production continue jusqu'en 1961, a manifesté un semblant de croissance dont le sommet se situe en 1964, pour connaître ensuite un déclin continuel et profond (par rapport à 1958 = 100, 1968 = 61,36). Ce secteur n'a nullement été influencé par le Marché Commun, c'est pourquoi le facteur 4 l'oppose aux secteurs 3,7,8,10 qui dans le facteur 1 étaient déjà regroupés.

C-2. Calcul de la matrice des relations endogènes par analyse factorielle.

La matrice des relations endogènes a alors été calculée conformément au processus décrit, dans la section 8-6-1.

La matrice inverse $(I-A^{*})^{-1}$ (cfr Tableau VI de l'Annexe) contient des éléments beaucoup trop élevés qui vérifient bien ce à quoi nous nous attendions : la matrice A^{*}, déduite de l'analyse factorielle, surestime l'importance des relations endogènes, le degré de cohésion du complexe.

C-3. L'analyse de régression sur forme réduite.

Il a été ensuite procédé, en vue de corriger la matrice A^{*} obtenue en C-2, à une analyse de régression sur la forme réduite du modèle (8-5.3) ou (A-3.1) :

$$\underline{x} = (I-A)^{-1}\, B\, \underline{x}^{*} + (I-A)^{-1}\underline{c} + (I-A)^{-1}\underline{\varepsilon}$$

$$\underline{x} = \Gamma \cdot \underline{x}^{*} + \underline{c}^{*} + \eta \qquad (8\text{-}6\text{-}2.1)$$

$$\text{où } \Gamma = (I-A)^{-1}.B$$

Les résultats de cette analyse menée sur variables standardisées peuvent se résumer dans le tableau suivant :

	1 AGRIC.	2 EXTRAC.	9 POT.M-O	10 PIB MC
3 DIVERS	0	0	0	0,99142
4 CHIMIE	0	0,53898	0	0
5 SIDER.	0	0	0	0,91256
6 FAB.MET.	0	0	1,12618	1,79996
7 CONST.	0	0	0	0,86202
8 SERV.	-0,18728	0	0	0,86020

On constate l'<u>influence prépondérante du Marché Commun</u> sur presque toutes les variables endogènes, à l'exception de la Chimie qui manifeste toujours son caractère d'indépendance, bien qu'ici elle est reliée au secteur Extraction qui lui fournit certains produits dont elle a besoin.

Les Fabrications métalliques semblent également dépendre du potentiel de main d'oeuvre. La relation d'opposition entre les Services et l'Agriculture justifie toujours bien le mouvement d'urbanisation décrit plus haut.

Il est intéressant de comparer ici les fractions expliquées par les variables exogènes dans l'analyse de régression et par les facteurs exogènes dans le modèle factoriel (sur base des carrés des coefficients de charge des facteurs exogènes, bien que leur détermination ait été un peu arbitraire) :

	ANALYSE FACTORIELLE	ANALYSE DE REGRESSION(R^2)
3 DIVERS	0,6506	0,9829
4 CHIMIE	0,0753	0,2905
5 SIDER.	0,8137	0,8328
6 FAB.MET	0,0755	0,8088
7 CONST.	0,3388	0,7431
8 SERV.	0,6294	0,9934

Les disparités sont très marquées et prouvent encore une fois combien le modèle factoriel a surestimé l'apport des variables endogènes.

C-4. Correction de la matrice des relations endogènes obtenue au moyen de l'analyse factorielle (A^{*}) par $(\widehat{I-R^2})$ - cfr section 8-6-3.

Les résultats pour variables standardisées (A^{**}) sont donnés au Tableau VII de l'Annexe. Le calcul de la matrice

$$B^{**} = (I-A^{**}) \cdot \Gamma$$

y est adjoint et concorde avec les résultats de l'analyse de régression.

C-5. Conversion en valeurs originales.

Les matrices A^{**} et B^{**} se rapportent aux variables standardisées. Afin de pouvoir mieux interpréter leur signification, on les convertit pour valeurs originales.

Les nouvelles matrices $\mathcal{A}$ et $\mathcal{B}$ se présentent de la manière suivante :

$\mathcal{A}$	3 DIV.	4 CHIM.	5 SID.	6FABMET	7 CONST.	8 SERV.
3 DIVERS	0,00251	0,00827	0,00154	0,00126	0,00578	0,00060
4 CHIMIE	0,00354	0,64121	-0,00075	-0,00636	0,03976	-0,00151
5 SIDER.	0,02776	-0,03381	0,03874	-0,01943	0,01840	0,00808
6 FAB.MET	0,01935	-0,22929	-0,01627	0,12694	0,11891	0,00829
7 CONST.	0,01691	0,27541	0,00297	0,02302	0,06556	0,00330
8 SERVICES	0,00310	-0,01816	0,00238	0,00290	0,00590	0,00095

$\mathcal{B}$	1 AGRIC	2EXTR.	9POTM-O	10PIBMC
3 DIVERS	0,00116	-0,00126	-0,00027	25,8901
4 CHIMIE	-0,00294	0,05484	0,00137	0,01029
5 SIDER.	0,01575	0,00517	0,00418	30,9825
6 FAB MET	0,01616	0,03505	0,18775	46,7148
7 CONST.	0,00643	-0,04209	-0,00500	7,35115
8 SERVICES	-1,94625	0,00278	-0,00063	83,2463

La matrice d'attraction $\mathcal{A}$ indique dans quelle mesure un accroissement en valeur dans la production de chaque secteur en colonne se répercute directement sur la production de chaque secteur en ligne. Par exemple, un augmentation de 1 unité dans la V.A.B. de la Construction (7) provoque une augmentation de 0,1189 unité dans la V.A.B. des Fabrications métalliques (6) soit une répercussion de l'ordre de 12 %.

L'examen de $\mathcal{A}$ en ligne et en colonne pour chaque secteur permet de voir comment, au niveau des effets directs, sa production est influencée par et influence la production de chaque autre secteur.

Le secteur 3 - Divers donne des résultats peu déterminés vu son contenu composite, comme il a été souligné plus haut.

La chimie est autonome (multiplicateur propre très élevé). Cependant, elle influence défavorablement les fabrications métalliques et dans une moindre mesure la sidérurgie et stimule la construction.

Il est frappant de constater que la Sidérurgie est sensible, dans une petite mesure, certes, à toute variation de production dans chaque secteur endogène (à l'exception des Services) soit positivement (divers et construction) soit négativement (chimie et fabricati ns métalliques) mais elle les influence très peu.

Les Fabrications métalliques sont influencées fort défavorablement par la Chimie (mais il ne faut pas oublier que, en valeur absolue, la production de ce secteur est faible) et connaissent une impulsion très sensible de la Construction et un effet d'auto-entraînement assez élevé; mais, à nouveau leur effet sur les autres secteurs est faible (légère répulsion sur la Sidérurgie, effet d'entraînement peu élevé sur la Construction).

La Construction est surtout stimulée par la chimie et dans une petite mesure par les Fabrications métalliques et un effet auto-multiplicateur. Son influence favorable se fait sentir principalement sur le secteur fabrications métalliques et dans une moindre mesure sur les secteurs chimie et sidérurgie.

Tous les coefficients se rapportant aux Services (à l'exception peut-être de celui indiquant une influence défavorable de la Chimie) sont négligeables. Ce secteur n'a même pas, en ce qui concerne les effets directs, de multiplicateur propre.

Les conclusions que l'on peut tirer de la matrice $\mathcal{B}$ vont évidemment dans le même sens que celles exposées page 101 pour la matrice $\Gamma.(=B^{**})$.

L'influence positive prépondérante du Marché Commun est certainement gonflée et ceci nous fait penser que, par réaction au modèle factoriel, on a finalement accordé trop d'importance aux variables exogènes (il est impossible d'enregistrer des répercussions de l'ordre de 46,71 %). Ceci expliquerait aussi en partie, la petitesse des résultats obtenus dans la matrice $\mathcal{A}$.

Le Marché Commun favorise principalement la Sidérurgie et les Fabrications métalliques, ce qui est très normal puisque ce sont des industries d'importance internationale (comme le groupe Cockerill-Ougrée-Espérance-Longdoz) qui jouent un rôle important sur de vastes marchés, mais qui au niveau de la petite région où elles sont situées n'exercent que très peu d'effets d'entraînement (comme les colonnes 5 et 7 de la matrice $\mathcal{A}$ le reflètent).

Les Services semblent à première vue fortement favorisés par le Marché Commun. En fait ce sont des activités typiquement locales mais sans doute sont-elles fortement stimulées par les activités influencées elles-même par le Marché Commun.

La chimie marque quandmême une certaine dépendance vis à du secteur extraction. Les fabrications métalliques requièrent beaucoup de main d'oeuvre et dépendent fortement du potentiel existant. L'opposition entre le secteur agricole et les services se manifeste clairement et témoigne du phénomène d'urbanisation.

C-6. Les effets multiplicateurs.

C-6-1. Présentation des résultats.

Les multiplicateurs, visant à expliquer dans quelle mesure un accroissement d' une unité dans la production de chaque secteur endogène influence directement et indirectement la production des autres secteurs endogènes, ont alors été calculés suivant la procédure décrite à la section 8-7. Les résultats sont exprimés dans le tableau suivant :

	3 DIV.	4 CHIM.	5 SIDER.	6 FABMET	7 CONST	8SERV.
3 DIVERS	1,0000	0,0096	0,0015	0,0012	0,0068	0,0006
4 CHIMIE	0,0118	1,0000	-0,0015	-0,0154	0,1089	-0,0041
5 SIDER.	0,0284	-0,0249	1,0000	-0,0192	0,0133	0,0084
6 FAB.MET.	0,0215	-0,2227	-0,0178	1,0000	0,1075	0,0107
7 CONST.	0,0222	0,2892	0,0023	0,0200	1,0000	0,0026
8 SERV.	0,0031	-0,0171	0,0023	0,0032	0,0042	1,0000
effet mult. total : sans impuls. initiale:	0,0870	0,0341	-0,0132	-0,0102	0,2402	0,0182
avec impuls. initiale :	1,0870	1,0341	0,9868	0,9998	1,2408	1,0182

L'<u>effet multiplicateur total</u> indique quelles sont les répercussions directes et indirectes sucessives sur tous les secteurs endogènes d'une augmentation d'une unité dans la valeur ajoutée brute d'un secteur du complexe indépendamment de toute influence extérieure comme Marché Commun, agriculture ... etc.

Ainsi l'on voit qu'une impulsion initiale d'une unité dans la V.A.B. du secteur Chimie provoque finalement sur l'ensemble de la région une augmentation supplémentaire de 3,4 %. de la valeur initiale de l'impulsion.

Les multiplicateurs totaux se classent dans l'ordre décroissant suivant :

- construction 1,2407
- divers 1,0870
- chimie 1,0341

- services 1,0182
- fab.métal. 0,9998
- sidérurgie 0,9868

Seuls deux multiplicateurs sont négatifs : ceux des Fabrications métalliques et de la Sidérurgie mais ils sont pratiquement négligeables. Celà revient à dire que ces deux secteurs n'exercent aucun effet d'entraînement ou de répulsion sur les autres secteurs endogènes de la province. A l'exception de la construction qui a l'effet multiplicateur total le plus élevé en raison de l'influence favorable qu'elle exerce à la fois sur les secteurs chimie et construction, les autres secteurs ont un effet multiplicateur total faible soit en raison d'un effet multiplicateur négligeable sur chacun des secteurs (cfr secteur 8 des services), soit en vertu de deux influences contradictoires : la section Chimie exerce sur les Fabrications métalliques et la Construction respectivement des effets de répulsion et d'entraînement qui se compensent plus ou moins au profit de ces derniers. Mieux vaut ne pas interpréter le résultat pour le secteur 3 comme il a été déjà souligné plus haut.

C-6-2. Il est intéressant de constater que ce sont les industries les plus sensibles à l'effet du Marché Commun, principalement la Sidérurgie et les Fabrications Métalliques (comme noté plus haut lors de l'interprétation de la matrice $\mathcal{B}$) qui ont sur les secteurs endogènes, du complexe, le plus petit effet multiplicateur total. Ceci confirme la thèse d'après laquelle ces industries sont de trop vaste envergure et traîtent du côté des inputs comme du côté des outputs sur de trop grands marchés que pour avoir une action stimulante sur la région restreinte dans laquelle elles sont situées.

Elles apportent une grande part de valaur ajoutée dans le PIB de la province (de l'ordre de 10 % chacune), et ont un niveau d'activité élevé (par exemple, la progression annuelle moyenne de la sidérurgie est de l'ordre de 7,41 %) mais leur effet multiplicateur total est faible ; ce ne sont pas des pôles actifs de croissance comme on l'a cru longtemps, surtout pour la sidérurgie.

Il nous faut cependant interpréter avec réserves le multiplicateur total (0,9868) obtenu pour les Fabrications métalliques. Cette tendance négative anormale est probablement dûe à la correction excessive apportée par $(\widehat{I-R^2})$. Il suffit de comparer la part d'explication laissée aux éléments exogènes dans le modèle factoriel (cfr p.101, 0,0755) et l'analyse de régression (0,8088).

Les activités de Services influencées fortement, mais indirectement, par le Marché Commun comme il a été souligné plus haut, et qui apportent près de 50 % du PIB de la province de Liège, ont également un effet multiplicateur faible, ce qui est normal vu leur caractère "suiveur".

Il est inquiétant, pour l'avenir de la province, de constater que les 3 secteurs contribuant pour 70 % au PIB de la province de Liège ont des effets multiplicateurs quasiment nuls.

C-6-3. De manière générale, les multiplicateurs sont peu élevés.

D'un point de vue purement théorique, il est permis de penser que la correction $(\widehat{I-R^2})$ qui a été appliquée à la matrice des relations endogènes déduite de l'analyse factorielle est excessive. En effet, si l'analyse factorielle avait tendance à accorder trop d'importance aux relations entre variables endogènes et donc trop peu à celles existant entre ces variables et les variables exogènes, il n'est pas dit que l'analyse de régression n'a pas tendance à surestimer l'importance dde ces dernières. La correction utilisée est peut-être trop radicale : il vaudrait mieux choisir un juste milieu entre la part d'explication revenant aux variables endogènes dans l'analyse factorielle et celle qui leur est laissée par l'analyse de régression.

Néanmoins il est possible d'expliquer la petitesse des résultats obtenus par plusieurs motifs.

Notre étude est une analyse temporelle menée d'année en année. Les multiplicateurs sont donc valables à très court terme et il n'est pas étonnant qu'ils soient petits. Il est très possible que pour une industrie étudiée (par exemple, la chimie), l'effet multiplicateur (1,03) se répète et s'amplifie d'année en année.

Les multiplicateurs obtenus représentent l'effet strict d'une industrie du complexe sur une autre industrie du complexe, indépendamment de l'influence que peuvent exercer directement ou indirectement l'Agriculture, le Potentiel de main d'oeuvre, l'Extraction et le Marché Commun. Or l'on sait combien ces variables, tout particulièrement la dernière, tiennent une place prépondérante dans l'économie liégeoise.

La petitesse des exploitations rendent l'agriculture difficile et l'exode vers la ville plus pressante.

Les fermetures successives de charbonnages et l'entretien coûteux des survivants ont touché durement une infrastructure industrielle qui était fortement orientée vers l'exploitation des mines de charbon et qui n'a pas su se reconvertir à temps.

Le phénomène de vieillissemnet de la population qui caractérise toute la Wallonie se manifeste particulièrement à Liège et a fait baisser le potentiel de main d'oeuvre, en l'espace de 11 ans, (de 1958 à 1968), de 334.522 à 308?891 unités, c'est à dire une rédution de 8 % environ .

Heureusement, la province de Liège est fortement sensible à l'influence favorable du Marché Commun. Celà est sans doute dû à sa localisation géographique. Située au coeur de liaisons importantes par route, par fer et par eau de Paris à Cologne, de Bruxelles à la Ruhr en passant par Aix-la-Chapelle, et sise à proximité du Limbourg hollandais, elle a pu étendre son marché de vente et d'achat (notamment pour la sidérurgie et les fabrications métalliques comme la matrice $\mathfrak{B}$ le reflète)au-delà des frontières.

D. CONCLUSIONS.

Notre souci, dans cette seconde partie, a été en appliquant un modèle simple de la théorie de l'attraction de vérifier par nous-mêmes quels pouvaient en être les conditions d'application, les problèmes d'estimation et la portée des résultats.

Il est évident qu'il faut accepter avec réserves les résultats obtenus et ce pour plusieurs motifs.

Tout d'abord, les séries statistiques utilisées sont fortement agrégées. En fait, les résultats ne sont valables que pour les très grands secteurs de l'activité économique et négligent toutes les relations intrasectorielles. S'ils permettent de discerner les grandes caractéristiques de l'économie liégeoise, il est déjà exclu qu'ils puissent servir comme outil d'application économique.

Les quelques variables exogènes ont été choisies en fonction de l'influence prépondérantes qu'elles paraissent exercer sur l'évolution de la situation économique mais il est certain que bien d'autres facteurs exogènes peuvent jouer également. Ainsi, on est en droit de se demander si la variable "PIB du Marché Commun" ne représente pas en fait le "trend", la tendance générale à la croissance, et dans quelle mesure elle aurait pu être remplacée par le PIB de la Belgique, par exemple, qui suit au cours de la même période, 1958-1968, la même évolution avec un peu moins de force. Néanmoins vu la localisation de la Province, il nous a semblé préférable de prendre le PIB du Marché Commun.

Le fait que les multiplicateurs obtenus soient aussi petits peut être dû, en plus des motifs exposés à la section C-6-3, aux raisons fondamentales suivantes :

- les séries statistiques utilisées, étant temporelles, incluent des trends généraux et de seul fait provoquent une multicollinéarité élevée entre les variables qui fausse les résultats. Il semble que les conclusions auxquelles on aboutit par les études "en coupe instantanée" soient plus significatives;
- comme nous l'avons déjà noté plus haut, la procédure d'estimation n'est pas tout à fait au point et il est probable que la correction utilisée réduise trop la part d'influence laissée aux variables endogènes;
- les coefficients de la matrice $\mathcal{A}$, caractérisant les relations entre les secteurs du complexe, représentent en fait tous les effets d'entraînement et de répulsion qui peuvent se produire entre ces industries : non seulement ceux qui peuvent découler de l'offre ou de la demande mais également ceux résultant de (dés)économies externes comme le réseau urbain, les nuisances, la politique d'acceuil des autorités locales ... etc.

Néanmoins il nous semble que les résultats obtenus, en tenant compte du matériel statistique de départ et des réserves formulées, ne sont pas dénués d'intérêt et militent en faveur de la théorie.

Sans vouloir lui donner trop d'importance, cette étude économétrique a tout de même permis la mise en évidence de quelques caractéristiques essentielles de l'économie liégeoise qui contrastent parfois grandement avec les dires de politiciens trop optimistes.

Liège a un atout majeur. Elle est bien située et de ce fait largement ouverte au Marché Commun et aux avantages qui en résultent.

Mais la situation de sa structure économique interne est près d'être catastrophique. Il n'y a aucune industrie capable de susciter au niveau strict de la province, en dehors de toute influence extérieure, une croissance autonome. Cette étude souligne le manque de "pôles de croissance", d'industrie motrice (on ne pourrait qualifier de telle la Construction qui a un effet bénéfique sur la chimie et les fabrications métalliques mais ne doit son multiplicateur élevé - 1,2407 - qu'à son caractère régional et à sa dépendance au mouvement conjoncturel global). Même plus, elle montre avec insistance que la sidérurgie, qui était considérée comme l'industrie essentielle pour la région, n'a plus aucun effet stimulateur sur les autres industries à l'intérieur de la province. Le secteur Chimie a, au total, un effet multiplicatuer positif (1,03) mais son importance dans le PIB de la province est faible (1,5%) et il est très sensible à la conjoncture comme l'analyse factorielle l'a montré.

Evidemment, un modèle tel que celui-ci ne doit pas se contenter de vérifier la réalité ! Il doit donner des résultats permettant aux autorités économiques régionales d'agir. Au niveau d'une application temporelle, il semble qu'en désagrégeant davantage, le modèle permettrait d'étudier de façon plus approfondie le mécanisme des relations interindustrielles. Il serait alors intéressant de mener une analyse semblable pour d'autres régions européennes possédant une structure industrielle semblable à celle de la province de Liège mais qui ont su se reconvertir à temps, et voir, par comparaison, les industries à installer ou à développer dans le cadre de la structure existante, afin de créer les effets d'entraînement souhaitables.

Les autorités responsables régionales devraient alors, d'une part continuer à protéger et à renforcer leur place privilégiée au sein du Marché Commun notamment en développant encore davantage l'infrastructure routière et ferroviaire comme celà tend à se faire actuellement, et d'autre part, promouvoir, dans la province, ces industries dynamiques pouvant jouer le rôle de pôles de croissance tout en veillant à diversifier la structure industrielle, afin d'éviter qu'un fléchissement, même momentané du taux de croissance d'une industrie motrice (Liège est hélas bien placée pour contater les souffrances des régions spécifiquement minières, textiles .. etc) n'affecte brutalement l'emploi et l'économie de la région.

ANNEXE.

TABLEAU I

DONNEES DE BASE UTILISEES DANS L'ETUDE - Valeurs ajoutées brutes au coût des facteurs, en millions de FB, aux prix de 1963 - Potentiel de main d'oeuvre en hommes - Produit intérieur brut du Marché Commun en milliards de $.

	1 AGRIC.	2 EXTRAC.	3 DIVERS	4 CHIMIE	5 SIDER.	6 FABR.ME.	7 CONST.	8 SERV.	9 POT.M-O	10 PIB MC
1958	5.115	3.095	7.751	1.392	4.978	6.123	3.422	28.881	334.522	189,6
1959	4.820	2.943	8.361	1.513	4.736	6.557	3.372	29.606	328.274	199,5
1960	5.348	3.014	8.825	1.683	4.877	6.550	3.798	30.205	325.911	221,3
1961	5.561	2.558	8.893	1.525	4.572	8.061	4.088	31.169	323.601	234,2
1962	5.206	2.761	9.175	1.465	5.105	8.536	4.236	32.538	322.910	246,8
1963	4.851	2.920	9.431	1.463	5.174	9.219	3.931	34.111	325.244	258,1
1964	4.856	3.275	9.910	1.593	6.286	9.801	4.480	35.668	322.952	273,8
1965	4.375	2.717	10.579	1.672	7.141	10.395	4.870	37.864	323.738	287,0
1966	4.167	2.354	10.844	1.549	8.080	9.064	4.844	38.937	317.415	299,3
1967	4.619	2.113	11.088	1.392	8.367	8.805	4.749	39.629	311.414	309,0
1968	4.562	1.899	11.395	1.286	8.803	8.713	4.320	41.185	308.891	327,2

Les sources statistiques sont indiquées à la page suivante.

SOUCES STATISTIQUES.

Les données de valeur ajoutée brute au coût des facteurs : chiffres absolus en millions de francs belges, repris dans les Bulletins statistiques de l'INS aux tableaux : "Structure économique des provinces sur base de la valeur ajoutée brute au coût des facteurs, à prix constants de 1963".

Les données d'emploi avaient été collectées par les étudiants de la seconde licence en sciences économiques, Namur, au cours de l'année académique 1969-1970, sur base des Bulletins de l'ONSS et de l'ONAFTI.

Les données de chômage, repris à l'ONE, ont été publiés dans les Bulletins de statistiques de l'INS sous la rubrique : "Chômeurs complets (hommes et femmes) indemnisés, situation moyenne en fin de mois.

Les chiffres du PIB du Marché Commun, en milliards de dollars, ont été repris aux Comptes Nationaux de l'Office Statistique des Communautés Européennes, aux prix et taux de change de 1963; les données de 1958 et 1959 ne comprennent ni la Sarre ni Berlin.

TABLEAU II

MATRICE DES COEFFICIENTS DE CORRELATION.

	AGRIC	EXTR	DIV.	CHI.	SIDER	F.MET	CONST	SERV.	POTM-O	PIBMC
AGRIC	1,000	0,430	-0,725	0,077	-0,801	-0,550	-0,613	-0,772	0,489	-0,680
EXTR.	0,430	1,000	-0,743	0,539	-0,761	-0,264	-0,507	-0,729	0,870	-0,728
DIV.	-0,725	-0,743	1,000	-0,172	0,933	0,746	0,869	0,989	-0,910	0,991
CHI.	0,077	0,539	-0,172	1,000	-0,318	0,140	0,146	-0,249	0,389	-0,223
SIDER	-0,801	-0,761	0,933	-0,318	1,000	0,551	0,557	0,955	-0,851	0,913
F.MET	-0,550	-0,264	0,747	0,140	0,551	1,000	0,852	0,749	-0,506	0,777
CONST	-0,613	-0,507	0,869	0,146	0,757	0,852	1,000	0,846	-0,684	0,862
SERV.	-0,772	-0,729	0,989	-0,249	0,955	0,749	0,846	1,000	-0,879	0,989
POTM-O	0,489	0,870	-0,910	0,389	-0,851	-0,506	-0,684	-0,879	1,000	-0,908
PIB MC	-0,680	-0,728	-0,991	-0,223	0,913	0,777	0,862	0,988	0,908	1,000

TABLEAU III.

MATRICE DES COEFFICIENTS DE CHARGE APRES ROTATION.

facteurs / variables	F_1	F_2	F_3	F_4
3 DIVERS	-0,58310	-0,03738	0,42585	-0,68503
4 CHIMIE	-0,10767	0,95240	-0,04153	0,27128
5 SIDER.	-0,36173	-0,15151	0,60622	-0,66799
6 FAB.MET	-0,94942	0,08642	0,23327	-0,14524
7 CONST.	-0,73342	0,24508	0,30473	-0,49600
8 SERV.	-0,58858	-0,13324	0,49578	-0,61934
1 AGRIC.	0,30868	0,01266	-0,91532	0,22940
2 EXTRACT.	0,09715	0,31601	-0,18766	0,88784
9 POT M-O	0,37940	0,20360	-0,18396	0,86278
10 PIB MC	-0,64374	-0,10950	0,36691	-0,65345

TABLEAU IV.

EXPLICATION DE LA VARIANCE DES VARIABLES PAR LES FACTEURS.

	F_1	F_2	F_3	F_4	F_1+F_2	F_3+F_4	RESIDUS NON-EXPL.
3 DIVERS	0,3400	0,0014	0,18133	0,4693	0,3414	0,6506	0,008
4 CHIMIE	0,0116	$\boxed{0,9071}$	0,0017	0,0736	$\boxed{0,9187}$	0,0753	0,006
5 SIDER.	0,1308	0,0230	0,3675	0,4462	0,1538	$\boxed{0,8137}$	0,033
6 FABMET	$\boxed{0,9014}$	0,0075	0,0544	0,0211	$\boxed{0,9089}$	0,0755	0,0156
7 CONST	0,5379	0,0601	0,0928	0,2460	0,5980	0,3388	0,0633
8 SERV	0,3464	0,0178	0,2458	0,3836	0,3642	0,6294	0,0064
1 AGRIC	0,0953	0,0002	$\boxed{0,8378}$	0,0526	0,0955	$\boxed{0,8904}$	0,0141
2 EXTR.	0,0094	0,0999	0,0352	$\boxed{0,7883}$	0,1093	$\boxed{0,8235}$	0,0672
9 POTM-O	0,1439	0,0415	0,0338	$\boxed{0,7444}$	0,1854	$\boxed{0,7782}$	0,0364
10 PIBMC	0,4144	0,0120	0,1346	0,4270	0,4264	0,5616	0,0120

TABLEAU V.

EVOLUTION DES FACTEURS DE 1958 A 1968
"FACTOR SCORES"

FACTEURS / ANNEE	F_1	F_2	F_3	F_4
1958	1,310	-1,072	0,301	1,336
1959	1,567	0,010	0,622	0,694
1960	1,255	1,745	-0,793	-0,438
1961	-0,035	0,233	-2,016	-0,479
1962	-0,512	-0,406	-1,110	0,205
1963	-0,830	-0,869	-0,112	1,097
1964	-1,423	0,352	-0,048	0,961
1965	-1,083	1,278	0,983	0,311
1966	-0,002	0,729	1,536	-0,676
1967	-0,209	-0,478	0,226	-1,427
1968	-0,039	-1,521	0,411	-1,583

GRAPHIQUE I : LES "FACTOR SCORES".

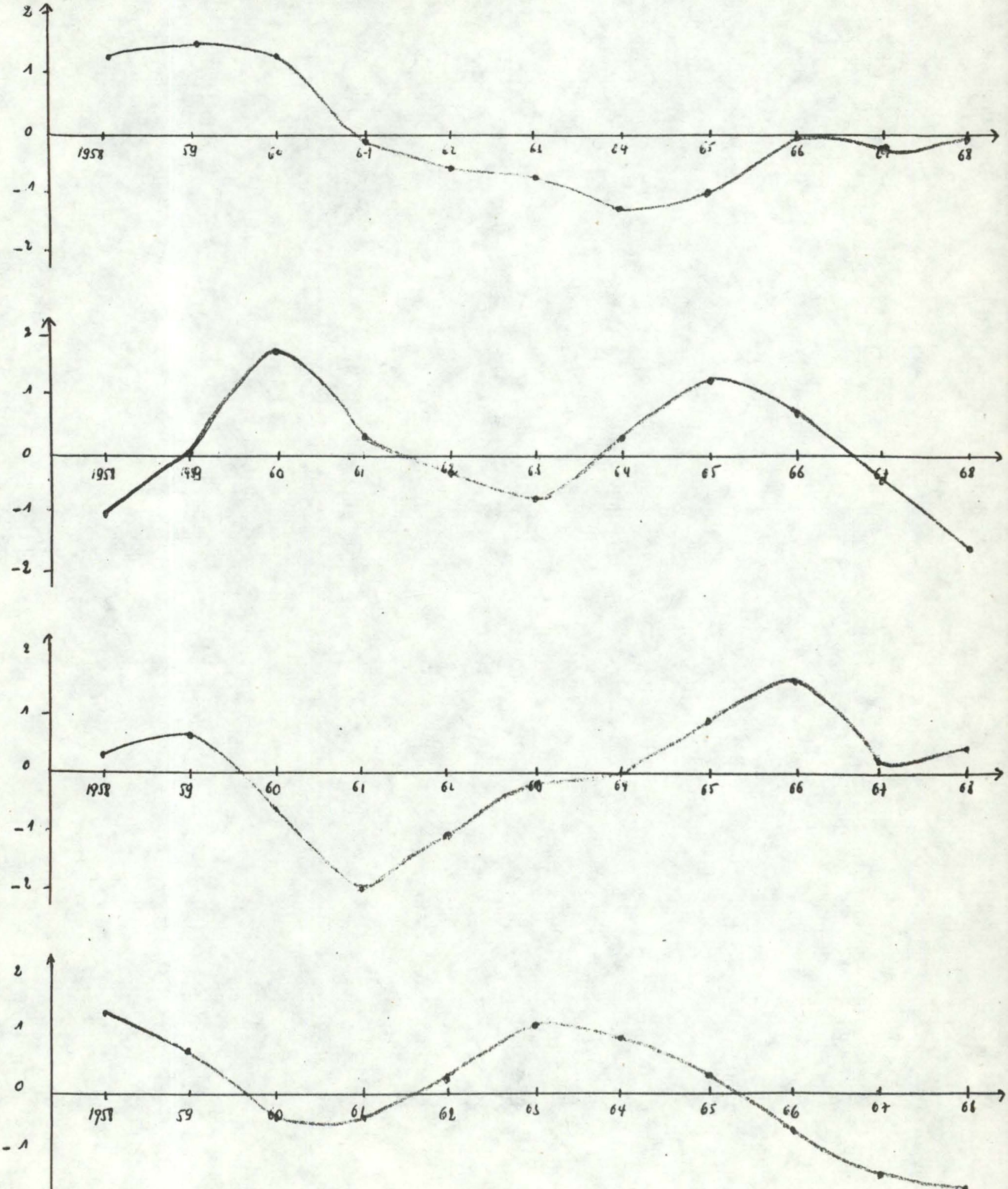

TABLEAU VI.

MATRICE DES RELATIONS ENDOGENES PAR ANALYSE FACTORIELLE

$A^{*} = AE + BG$	DIVERS	CHIMIE	SIDER	FAB.MET	CONSTR	SERV.
DIVERS	0,146	0,049	0,123	0,086	0,150	0,128
CHIMIE	0,049	0,904	-0,014	-0,103	0,245	-0,077
SIDER	0,122	-0,015	0,232	-0,100	0,036	0,131
FABMET	0,086	-0,104	-0,099	0,664	0,236	0,137
CONSTR	0,148	0,245	0,035	0,236	0,255	0,107
SERV	0,127	-0,076	0,133	0,139	0,108	0,145

ET SON INVERSE

$(I-A^{*})^{-1}$	DIVERS	CHIMIE	SIDER.	FAB.MET	CONSTR	SERV.
DIVERS	7,081	56,336	1,045	-3,678	18,514	-2,143
CHIMIE	55,933	565,696	8,181	-47,358	178,695	-26,707
SIDER.	1,023	8,047	1,524	-0,885	2,621	-0,154
FAB.MET.	-3,712	-47,994	-0,899	9,250	-13,130	3,477
CONSTR	18,419	179,070	2,670	-12,960	58,803	-7,732
SERV.	-2,034	-25,814	-0,144	3,391	-7,429	2,788

TABLEAU VII.

LES MATRICES A^{**} ET B^{**} POUR VARIABLES STANDARDISEES

A^{**}	DIVERS	CHIMIE	SIDER.	FAB.MET	CONST	SERV.
DIVERS	0,003	0,001	0,002	0,001	0,003	0,002
CHIMIE	0,035	0,641	-0,010	-0,073	0,174	-0,055
SIDER.	0,020	-0,003	0,039	-0,017	0,006	0,022
FAB MET	0,017	-0,020	-0,019	0,127	0,045	0,026
CONST.	0,038	0,063	0,009	0,061	0,066	0,027
SERV	0,001	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

B^{**}	AGRIC.	EXTRAC.	POT M-O	PIB MC
DIVERS	0,000	0,000	-0,001	0,980
CHIMIE	-0,010	0,193	0,082	0,004
SIDER.	0,004	0,001	0,014	0,863
FAB MET	0,005	0,011	0,983	1,510
CONST.	0,005	-0,034	-0,068	0,628
SERV.	-0,187	0,000	-0,001	-0,855

BIBLIOGRAPHIE.

[1] C.JAUMOTTE - cours d'économie régionale - NAMUR -1970.

[2] C.JAUMOTTE, J.H.P.PAELINCK - The differential economic structure of the Belgian Provinces : A time-varying factor analysis - Faculté de sciences économiques, centre de recherche -NAMUR -1970.

[3] J.JOHNSTON - Econometrics methods - Mac Graw Hill - NEW-YORK - 1963.

[4] L.H.KLAASSEN - Méthodes de sélection d'industries pour les régions en stagnation - O.C.D.E. - PARIS - 1967.

[5] L.H.KLAASSEN et A.C.VAN WICKEREN - Interindustry relations; An attraction model - a progress report, in Towards balanced international growth, essays presented to Jan Tinbergen - H.C.Bos - North Holland publishing company - AMSTERDAM, LONDON -1969.

[6] J.H.P.PAELINCK - cours d'économétrie approfondie - NAMUR - 1971.

[7] J.H.P.PAELINCK - cours d'économie spatiale théorique - N.E.H. - ROTTERDAM -1971.

[8] J.H.P.PAELINCK et W.T.MOLLE - L'industrie productrice et transformatrice d'acier en Europe occidentale Nederlands Economisch Instituut - ROTTERDAM - 1971.

[9] R.STONE - Input-output and national accounts - O.E.C.D. - PARIS -1961.

[10] G.TINTNER - Econometrics - Wiley - NEW-YORK - 1952.

[11] J.VAN GINDERACHTER - cours de modèles linéaires de régression - NAMUR - 1970.

[12] A.C. VAN WICKEREN - Interindutry relations : Some attraction models - Enschede - 1971.

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx