

**ACTES DE LA JOURNEE SUR LA
MODELISATION REGIONALE
DES FLUX MARCHANDISES ET VOYAGEURS**

*SERVICE ECONOMIQUE ET STATISTIQUE
DEPARTEMENT DES ETUDES ECONOMIQUES*

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT,
DES TRANSPORTS ET DU TOURISME

№ 398



AVANT-PROPOS

L'objet de cette journée était de faire le point sur quelques travaux en cours, de modélisation régionale des flux voyageurs et marchandises, au sein de l'administration centrale et des directions régionales du ministère.

Suite aux réponses à un mini questionnaire sur les attentes par rapport à cette journée, deux préoccupations ont vu le jour: les DRE souhaitant être mises au courant de l'aspect « techniques » des travaux régionaux, alors que les directions centrales étaient plus sensibles aux aspects « actualité » et « prévisions » des travaux.

Les résumés et papiers des interventions, ainsi que les notes de synthèse et articles sur les sujets traités sont réunis ci-après.

Le département des études remercie vivement toutes les personnes qui ont bien voulu participer à la dite journée.

C. CALZADA

JOURNEE SUR LA MODELISATION REGIONALE DES FLUX MARCHANDISES ET VOYAGEURS

Jeudi 7 novembre 1996

Salle 3429 - ARCHE SUD - LA DEFENSE

■ Dominique RITZ (DRE ALSACE)

Etude d'identification des zones d'émission et de réception de flux de marchandises en Alsace

■ Christian CALZADA (SES-DEE),

Présentation générale de l'exercice de construction d'un modèle de prévision à moyen terme de flux interrégionaux de marchandises à partir d'un cadrage macroéconomique sectoriel

■ Hubert JAYET (CESURE), Hakim HAMMADOU (CESURE),

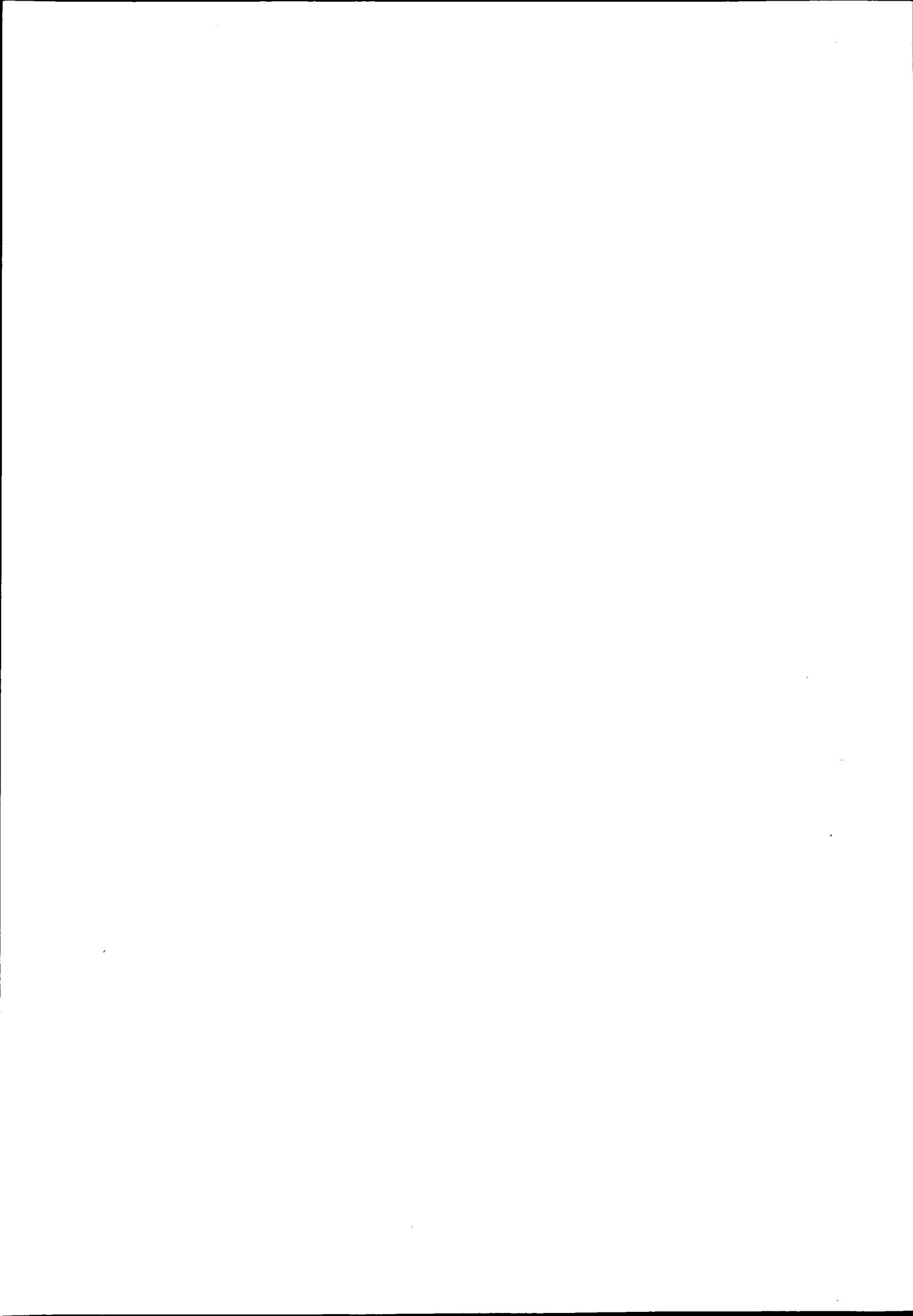
Point sur la modélisation des flux régionaux d'importations de marchandises: apport de l'économétrie des données de panel

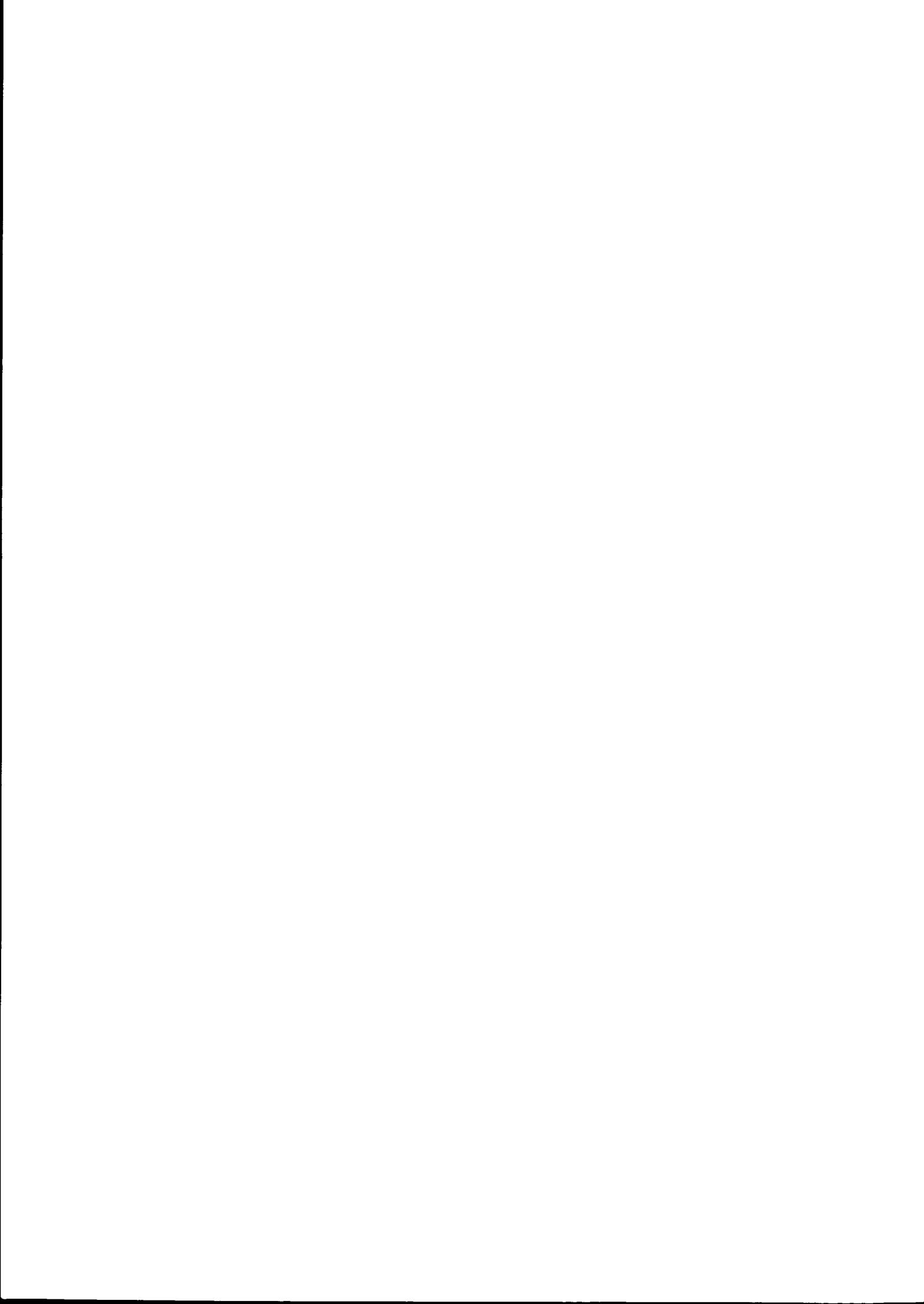
■ A. GAUDEFROY (ORT Pays de Loire)

Présentation du modèle REFLET 2, Modèle de Reconstitution des Flux de voyageurs intercités, application au schéma régional transports des Pays de la Loire

■ Fei JIANG (programme SAM, INRETS-ENPC-SES)

Construction d'un modèle de partage modal désagrégé de transports de marchandises





ETUDE D'IDENTIFICATION DES ZONES D'EMISSION ET DE RECEPTION DE MARCHANDISES EN ALSACE

M. RITZ Dominique (DRE ALSACE)

tél.: 03 88 41 51 86

télécopie: 03 88 60 06 08

Adresse:

Direction Régionale de l'Équipement d'Alsace

M. Le Chef de la Division Economie des Transports

B.P. 1040 F

67 070 STRASBOURG Cedex

Objectifs de l'étude

L'étude doit permettre au travers d'une démarche économétrique originale et expérimentale, fondée sur la recherche de relations liant certaines grandeurs de l'activité économique d'un territoire et l'émission et la réception de marchandises par ce même territoire, de localiser suivant la nature des flux de marchandises (intra et inter régional, exportation et importation) les principales zones d'émission et de réception de marchandises en Alsace et de quantifier les volumes de marchandises concernés.

L'étude a donc deux objectifs:

- ① essayer de déterminer, par une méthode économétrique, à partir des données statistiques disponibles dans le domaine des transports de marchandises et de l'activité économique, les variables économiques (emploi, chiffre d'affaire, valeur ajoutée, ...) et leurs relations mathématiques qui expliquent l'émission et la réception de marchandises dans les différents départements français;
- ② appliquer les relations mises en évidence sur un découpage territorial de l'Alsace pour calculer, sur chacune des zones de ce découpage, les volumes de marchandises qui devraient théoriquement être émis ou réceptionnés par nature de trafics (échanges, interne, exportations, importations).

Déroulement de l'étude

L'étude se décompose en quatre phases:

- ① mobilisation des données statistiques nécessaires relatives à l'activité économique et aux flux de marchandises;
- ② recherche des variables économiques explicatives et des relations mathématiques qui expliquent les différents flux de marchandises par des méthodes économétriques « classiques » de type Moindres Carrés Ordinaires (MCO);
- ③ investigation approfondie des relations précédentes à l'aide de méthodes économétriques avancées afin de prendre en compte des effets complémentaires comme ceux par exemple de contiguïté territoriale (méthode SURE par exemple);
- ④ reconstitution des variables économiques à un échelon géographique infra départemental (type zone d'emploi) pour la région Alsace, à l'aide des données d'Enquêtes Etablissements notamment, et application des relations mises en évidence sur un découpage territorial de l'Alsace pour calculer sur chacune des zones de ce découpage, les volumes de marchandises qui devraient théoriquement être émis ou réceptionnés, par nature de trafics (échanges, interne, exportation et importation).

ETUDE D'IDENTIFICATION DES ZONES D'EMISSION ET DE RECEPTION DE MARCHANDISES EN ALSACE

M. RITZ Dominique (DRE ALSACE)

L'étude d'identification des zones d'émission et de réception de marchandises en Alsace visa à pallier une méconnaissance relative du transport de marchandises dans cette région. Elle doit permettre au travers d'une démarche économétrique originale et expérimentale, fondée sur la recherche de relations liant certaines grandeurs de l'activité économique d'un territoire et l'émission et la réception de marchandises par ce même territoire, de localiser suivant la nature des flux de marchandises (intra et inter régional, exportation et importation) les principales zones d'émission et de réception de marchandises en Alsace et de quantifier les volumes de marchandises concernés.

L'étude a donc deux objectifs:

- ① essayer de déterminer, par une méthode économétrique, à partir des données statistiques disponibles dans le domaine des transports de marchandises et de l'activité économique, les variables économiques (emploi, chiffre d'affaire, valeur ajoutée, ...) et leurs relations mathématiques qui expliquent l'émission et la réception de marchandises dans les différents départements français;
- ② appliquer les relations mises en évidence sur une découpage territorial de l'Alsace pour calculer, sur chacune des zones de ce découpage, les volumes de marchandises qui devraient théoriquement être émis ou réceptionnés par nature de trafics (échanges, interne, exportations, importations).

Déroulement de l'étude

L'étude se décompose en quatre phases:

- ① mobilisation des données statistiques nécessaires relatives à l'activité économique et aux flux de marchandises;

On reconstituera sur la base d'un tableau de conversion nomenclature statistique des transports / branches économiques qui pourra être issu des travaux récents de l'OEST (correspondance avec un ensemble agrégé de 13 branches), et en faisant l'hypothèse que les tonnages transportés sont relatifs à des flux interindustriels, les matrices relatives aux différents flux de marchandises:

- 1) matrices des tonnages expédiés par chaque département à destination d'un autre département par branche économique;
- 2) matrices des tonnages reçus par par chaque département en provenance d'un autre département par branche économique;
- 3) matrices des tonnages exportés par chaque département à destination d'un pays ou d'un groupe de pays donné par branche économique;
- 4) matrices des tonnages importés par par chaque département en provenance d'un pays ou d'un groupe de pays donné par branche économique;
- 5) matrices des tonnages expédiés par chaque département à destination de ce même département par branche économique,
- 6) matrices des tonnages reçus par chaque département en provenance de ce même département par branche économique.

Dans l'établissement de ces matrices, on se servira, pour affecter les tonnages reçus (en trafic intérieur ou trafic international) dans les départements sur les branches économiques correspondantes, du tableau monétaire entrée-sortie décrivant les échanges industriels au niveau national couplé avec les valeurs à la tonne par produit.

Les données seront celles issues:

- de la base de données SITRAM du SES (MELTT) pour chaque département, flux en tonnages transportés en interne, ceux échangés avec les autres départements (entrants et sortants) et enfin ceux échangés avec les autres pays ou groupes de pays en exportation et importation, par nature de produit suivant la nomenclature statistique des transports.

- pour ce qui concerne les variables économiques, elles seront issues de la base de données SIRF, produite et diffusée par l'INSEE et acquise par la DRE.

② recherche des variables économiques explicatives et des relations mathématiques qui expliquent les différents flux de marchandises par des méthodes économétriques « classiques » de type Moindres Carrés Ordinaires (MCO);

Les variables explicatives retenues seront choisies de manière à permettre, par la suite, leur utilisation sur des territoires équivalents aux zones d'emploi voire à un grand pôle d'emploi urbain.

Ainsi, si, par exemple, T_{ij}^p désigne les tonnages expédiés du département i vers le département j (ou reçus du département i en provenance du département j) dans la branche économique p , et si S_p^i , VA_p^i et CA_p^i représentent respectivement l'emploi, la valeur ajoutée et le chiffre d'affaires dans le département i dans la branche économique p , on pourra rechercher une relation du type:

$$\forall i, j \text{ et } \forall p \quad T_{ij}^p = \psi (S_p^i, VA_p^i, CA_p^i, \log (VA_p^i/CA_p^i), \dots)$$

Des tests de validité seront mis en oeuvre.

③ investigation approfondie des relations précédentes à l'aide de méthodes économétriques avancées afin de prendre en compte des effets complémentaires comme ceux par exemple de contiguïté territoriale (méthode SURE par exemple). Une attention toute particulière sera portée sur les hypothèses relatives aux perturbations aléatoires du modèle pour tenir compte des effets complémentaires (un modèle avec autocorrélation spatiale des perturbations sera sans doute nécessaire)

④ reconstitution des variables économiques à un échelon géographique infra départemental (type zone d'emploi) pour la région Alsace, à l'aide des données d'Enquêtes Etablissements notamment, et application des relations mises en évidence sur un découpage territorial de l'Alsace pour calculer sur chacune des zones de ce découpage, les volumes de marchandises qui devraient théoriquement être émis ou réceptionnés, par nature de trafics (échanges, interne, exportation et importation).

Une fois les tonnages répertoriés dans chacune des zones retenues, une représentation cartographique des résultats sera mise en oeuvre.

UNE APPROCHE DES SYSTEMES INDUSTRIELS REGIONAUX

Le cas de l'Alsace et de la Haute-Normandie

Par Joël Creusat et Annick Richard*

« Un marchand est toujours en rapport avec des acheteurs et des fournisseurs, (...) reportez le domicile de ces agents sur une carte : un espace se dessine. (...) Si l'on avait des centaines ou des milliers de relevés de ce genre, une typologie utile de l'espace marchand et des firmes se dégagerait d'elle-même. On apprendrait à opposer, à expliquer l'un par l'autre l'espace des achats, et l'espace des ventes, à distinguer ce qui se rassemble et ce qui se diffuse ».

F. Braudel [1]

Dans l'industrie, les établissements participent à des réseaux d'échanges complexes ; ils sont clients, fournisseurs, sous-traitants ou donneurs d'ordres. Les liens noués dans l'activité productive les mettent en relation avec des unités de leur région ou d'ailleurs, en France ou à l'étranger. Ces liens sont à l'origine d'interdépendances industrielles qu'exprime la notion de système productif. Les enquêtes Liaisons industrielles permettent de construire le tableau d'échanges inter-industriels du système productif régional et, par suite, de calculer les effets d'entraînement entre les secteurs industriels régionaux et leurs conséquences sur l'activité des industries du reste du pays et de l'étranger. En Alsace comme en Haute-Normandie, les sys-

tèmes régionaux sont très ouverts sur l'extérieur, et les effets d'entraînement internes à la région sont modestes. Les relations d'échanges les plus importantes entre les secteurs industriels à l'intérieur d'une région ne sont pas un modèle réduit des interdépendances qu'on observe en général, mais elles reposent le plus souvent sur un avantage de proximité géographique : ressources naturelles, coûts de transports élevés, sous-traitance. En région, des spécialisations complémentaires, ou encore la prééminence des PME dans un secteur, n'entraînent pas systématiquement des relations importantes. Enfin, si la sous-traitance privilégie la proximité, elle ne contribue que modérément aux relations internes à la région.

Une grande ouverture sur l'extérieur est la première caractéristique des systèmes industriels régionaux [2]. Dans les deux régions plus de 80 % des débouchés et des approvisionnements en produits industriels (hors énergie) sont réalisés auprès des autres régions et de l'étranger (encadré p. 66).

Les systèmes productifs régionaux dépendent largement de leur environnement et sont très sensibles à la conjoncture nationale et internationale. Le statut de la conjoncture industrielle régionale peut être apprécié à travers les réactions des systèmes régionaux à une variation de demande engendrée par les autres régions ou l'étranger.

Pour répondre à une augmentation de la demande, des industries régionales doivent faire appel à un supplément d'achat auprès de leurs fournisseurs ou de

leurs sous-traitants à l'intérieur ou à l'extérieur de la région. Ces fournisseurs, eux-mêmes, font appel à un supplément d'achat auprès de leurs propres fournisseurs et ainsi de suite. Un supplément de demande initiale adressée à l'industrie régionale déclenche donc une réaction en chaîne de suppléments d'activités dont il faut apprécier le volume ; exercice classique de l'économiste au niveau national, mais qu'il nous faut mener en distinguant l'effet induit dans la région et l'effet exporté dans le reste du pays et à l'étranger.

Notre modèle se limite aux effets induits par le biais des consommations intermédiaires (hors énergie) et de

* J. Creusat fait partie du service des Etudes de la Direction régionale de L'INSEE de Strasbourg ; A. Richard fait partie du service des Etudes de la Direction régionale de l'INSEE de Rouen.
Les nombres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

L'ALSACE ET LA HAUTE-NORMANDIE : DEUX REGIONS INDUSTRIELLES ET RICHES

L'Alsace et la Haute-Normandie présentent un certain nombre de caractéristiques communes. Ce sont des régions riches. Le montant du Produit intérieur brut par habitant les classe aux tout premiers rangs des régions françaises. Ce sont également des régions industrielles. La part des effectifs salariés dans l'industrie dépasse la moyenne nationale. Leurs contributions à l'investissement industriel national et à la valeur ajoutée nationale sont du même ordre (tableau).

Deux régions très ouvertes sur l'extérieur

Dans les deux régions, le marché régional ne représente que 15 à 20 % des flux d'entrée et de sortie de l'industrie, et les relations avec les autres régions sont dominantes (plus de 50 %). Plus internationalisée, l'Alsace exporte davantage (31 % du chiffre d'affaires contre 26 %), et ses approvisionnements à l'étranger sont plus importants (33 % contre 21 %). L'industrie Haute-Normande est davantage tournée vers le marché national : 59 % des ventes et aussi 59 % des approvisionnements participent de relations avec les autres régions. Dans cet ensemble, l'Île-de-France est un partenaire majoritaire : elle représente à elle seule le tiers des débouchés nationaux de la Haute-Normandie. Les approvisionnements régionaux sont aussi plus importants qu'en Alsace : ils concourent pour 21 % des consommations intermédiaires industrielles (15 % en Alsace).

L'histoire économique apporte quelques éléments d'explication à ces relations différenciées à l'environnement. En Haute-Normandie, la décentralisation industrielle des années soixante a essaimé le long de la Seine de grandes unités de production de l'automobile (Renault), de la construction électrique et électronique ou de la parachimie. Ce phénomène n'a fait que renforcer des relations qui existaient auparavant avec le reste du Pays, et avec l'Île-de-France en particulier.

En Alsace, les traités de Francfort (1871) et de Versailles (1919) ont déplacé les frontières. Les industriels ont dû réorienter leurs marchés ; un marché intérieur devenait un marché à l'exportation et réciproquement, les liens privilégiés avec l'espace antérieur n'étant pas complètement rompus.

L'Alsace ainsi, de par son caractère frontalier et les vicissitudes de l'histoire, connut une internationalisation précoce et marquée.

L'Alsace et la Haute-Normandie : deux régions industrielles et riches*

	Haute-Normandie	Alsace
Effectifs salariés de l'industrie au 31 décembre 1984	191 591	189 132
Part des effectifs salariés de l'industrie dans l'ensemble des effectifs salariés régionaux (en %)	34,3	34,7
Part des effectifs industriels régionaux dans l'ensemble des effectifs industriels nationaux (en %)	3,8	3,8
Montant des investissements (en millions de francs)	3 262	3 156
Part des investissements nationaux (en %)	4,2	4,1
Montant de la valeur ajoutée industrielle régionale (en millions de francs)	41 344	43 857
Part dans la valeur ajoutée industrielle nationale (en %)	4,0	4,3
Produit intérieur brut par habitant (en francs)	82 432	83 226

* L'Alsace et la Haute-Normandie présentent un certain nombre de caractéristiques communes. Ce sont des régions riches. Le montant du PIB par habitant les classe aux premiers rangs des régions françaises. Ce sont également des régions industrielles. La part des effectifs salariés dans l'industrie dépasse la moyenne nationale. Leurs contributions à l'investissement industriel national et à la valeur ajoutée nationale sont du même ordre.

la sous-traitance ; il laisse de côté l'investissement et l'augmentation d'activité engendrée par l'augmentation de revenu (voir encadré « un modèle régional d'effets d'entraînement inter-sectoriels », p. 76).

Les enquêtes Liaisons industrielles (voir encadré p. 69) permettent de construire pour chaque secteur régional un compte de production détaillé ventilant les consommations intermédiaires par produit et par origine géographique. De même, ces enquêtes permettent de localiser la destination des ventes des secteurs industriels régionaux : industrie régionale, agents non industriels régionaux, autres régions et étranger.

Des effets d'entraînement limités, à l'intérieur de la région

Les effets d'entraînement calculés par le modèle donnent la variation du chiffre d'affaires, induite du secteur

acheteur ou donneur d'ordres sur un secteur fournisseur ou sous-traitant à l'intérieur de la région, après épuisement des chaînes d'approvisionnement.

Ainsi, l'industrie alsacienne, tous secteurs confondus, engendre sur elle-même un supplément de variation d'activité, à travers les approvisionnements successifs, correspondant à 7 % de la variation initiale de la demande qu'elle a reçue (tableau 1). En raison de l'ouverture du système productif alsacien, cette variation de la demande adressée à l'industrie alsacienne a un effet plus important sur le reste du monde : l'effet exporté s'élève à 37 % de la variation de la demande initiale. De même, la variation d'activité interne engendrée par les approvisionnements de l'industrie haute-normande correspond à 8 % de la variation initiale de la demande, l'effet d'entraînement exporté étant de 37 %.

Ces effets d'entraînements internes relativement faibles précisent la limite de l'amplification, à la hausse

Tableau 1

Effet d'entraînement de l'industrie régionale^o
(tous secteurs industriels confondus) En %

	Alsace	Haute-Normandie
Effet total dans la région	6,7	8,3
Effet exporté dans les autres régions	22,4	28,8
Effet exporté à l'étranger	14,5	7,8

* Lecture : l'effet d'entraînement est le supplément de chiffre d'affaires exprimé en pour cent du supplément de demande initiale adressée à l'industrie régionale (ce supplément de demande initiale est, bien sûr, réparti sur chaque secteur proportionnellement à son chiffre d'affaires).

Une augmentation de 100 F de la demande adressée à l'industrie alsacienne par le reste du monde et les agents non industriels alsaciens entraîne une augmentation des approvisionnements et de la sous-traitance (venant d'Alsace ou ailleurs). Après épuisement des chaînes d'approvisionnements, on mesurera une augmentation supplémentaire de 6,7 F du chiffre d'affaires de l'industrie alsacienne (s'ajoutant aux 100 F initiaux), une augmentation directement induite de 22,4 F du chiffre d'affaires de l'industrie du reste de la France et une augmentation directement induite de 14,5 F du chiffre d'affaires de l'industrie étrangère.

comme à la baisse, des fluctuations conjoncturelles nationales et internationales par le système productif régional.

Des sous-systèmes productifs hiérarchisés

L'importance relative des effets multiplicateurs et de leur diffusion dans les deux régions est liée aux modalités d'insertion des deux systèmes productifs dans les réseaux inter-industriels. Les principaux flux de consommations intermédiaires entre les secteurs industriels régionaux et leurs secteurs fournisseurs (à l'intérieur ou hors de la région) permettent de regrouper les secteurs qui entretiennent entre eux des liens privilégiés : ce sont des « sous-systèmes ».

Dans les deux régions, on a distingué les mêmes cinq sous-systèmes. Les activités liées à la mécanique (métaux ferreux et non ferreux, fonderie-travail des métaux, mécanique, construction électrique et électronique, automobile, construction navale et aéronautique), les activités liées à la chimie (matériaux de construction-minéraux divers, verre, chimie, parachimie, caoutchouc-plastiques), les industries agro-alimentaires, les activités liées à l'habillement (textile-habillement, cuir-chaussures) et les activités liées au bois (bois-meubles, papier-carton, imprimerie-presse-édition). Ces sous-systèmes regroupent les solidarités technico-économiques les plus fortes et entretiennent peu de relations entre eux (en valeur relative). Une hiérarchisation amont-aval structure approximativement chacun d'eux : de la première transformation des matières fournissant les secteurs en amont, aux produits les plus élaborés s'approvisionnant auprès des secteurs en aval. Cette

ENTREPRISES

Quelles perspectives à l'horizon 1991 ?

Contributions de l'INSEE aux

PRÉVISIONS GLISSANTES DÉTAILLÉES

établies par le Bureau d'Information
et de Prévisions Économiques (BIPE)

Les Prévisions Glissantes Détaillées ont pour objectif de répondre au besoin de prévisions à moyen terme des entreprises. A cet effet elles réunissent trois qualités.

- elles s'appuient simultanément sur trois niveaux d'analyse de l'économie : macroéconomique, sectoriel, et détaillé ;
- révisées chaque année, elles incorporent progressivement les leçons de l'expérience précédente ;
- leurs hypothèses économiques sont de la responsabilité du BIPE, organisme indépendant.

Ce volume reprend les contributions de l'INSEE à l'élaboration des P.G.D.

Il comprend trois parties :

- description des évolutions macroéconomiques sur la période 1985-1991,
- résultats sectoriels (dans la nomenclature en 40 branches),
- résultats régionaux concernant l'évolution de l'emploi.

L'ensemble des résultats des P.G.D. sera publié sous forme de dossiers sectoriels BIPE-INSEE.

Chaque dossier comprendra, outre le présent volume :

- un fascicule éclatant les résultats du secteur concerné accompagné des données rétrospectives essentielles au niveau 90 ;
 - un fascicule éclatant les résultats du secteur en fournissant les prévisions du BIPE détaillées en 200 produits.
- « Archives & Documents » n° 177, 226 pages, 100 F.



BON DE COMMANDE

B 36

à retourner à INSEE - CNGP BP 2718, 80027 AMIENS CEDEX

Veuillez m'adresser _____ exemplaire(s) de l'ouvrage
PRÉVISIONS GLISSANTES DÉTAILLÉES, Archives & Documents
n° 177, 100 F.

Nom ou raison sociale : _____

Activité : _____

Adresse : _____

Téléphone : _____

Ci-joint, en règlement, la somme de _____ F

Mandat Chèque bancaire Chèque postal à l'ordre de l'INSEE.



Institut National de la Statistique
et des Études Économiques

Tableau 2

Les relations fortes dans les systèmes productifs d'Alsace et de Haute-Normandie

		Haute-Normandie		Alsace	
		relations toutes origines (1)	relations intra-régionales (2)	relations toutes origines (1)	relations intra-régionales (2)
SECTEURS (nombre de relations fortes intra-sectorielles)	Chimie	4	3	5	3
	Mécanique	6	2	7	3
	Bois - papier	3	3	3	3
	Agro-alimentaire	2	2	2	2
	Textile-cuir chaussures	2	1	2	2
	Ensemble	17	11	19	13
SOUS-SYSTEMES (nombre de relations fortes entre secteurs distincts appartenant à des mêmes sous-systèmes)	Chimie	4	1	3	1
	Mécanique	6	3	10	7
	Bois-papier	1	0	1	1
	Agro-alimentaire	1	0	0	0
	Textile-cuir chaussures	1	0	0	0
	Ensemble	13	4	14	9
SOUS-SYSTEME-SOUS-SYSTEME (nombre de relations fortes entre secteurs appartenant à des sous-systèmes différents)	Chimie-mécanique	2	2	3	1
	Chimie-textile cuir	2	0	3	0
	Chimie-bois papier	3	0	0	0
	Mécanique-bois papier	1	0	0	0
	Chimie-agro-alimentaire	0	0	1	0
	Agro-alimentaire-papier	0	0	2	1
Ensemble	8	2	9	2	
Nombre total de relations fortes		38	17	42	24
<p>1. Relation forte toutes origines : il y a relation forte toutes origines entre un secteur client et un secteur fournisseur (ou entre un secteur et lui-même) lorsque la somme de l'effet d'entraînement intra-régional et de l'effet d'entraînement exporté entre ces deux secteurs est supérieur à 5%.</p> <p>2. Relation forte intra-régionale : il y a relation forte intra-régionale entre ces deux secteurs (ou entre un secteur et lui-même) lorsque l'effet d'entraînement entre ces deux secteurs est supérieur à 1%.</p>					

hiérarchisation est remarquable dans les activités liées à la mécanique en Alsace et en Haute-Normandie.

Si l'on veut suivre commodément les transmissions d'influence au sein du système productif régional, il est préférable de découper ces sous-systèmes plutôt que de tenter une hiérarchisation complète des différents secteurs entre un pôle amont et un pôle aval [3]. La hiérarchisation de l'ensemble des secteurs ne peut être que partielle. Avec un découpage fin, on observe des relations croisées non négligeables entre secteurs industriels. Le secteur du travail des métaux, par exemple, achète des produits chimiques nécessaires aux traitements de surface et le secteur de la chimie achète des pièces de mécanique générale (souvent en sous-traitance) pour la maintenance et l'entretien de ses équipements. Ces relations croisées confèrent une certaine circularité aux relations interindustrielles [4]. D'autre part, les sous-systèmes ainsi délimités ont des caractéristiques particulières et des comportements typés par rapport à l'environnement. C'est par l'analyse de chaque sous-système qu'on peut appréhender l'ensemble du système productif régional.

Deux niveaux d'intégration à l'échelle régionale

Les relations clients-fournisseurs et de sous-traitance entre les secteurs industriels régionaux supposent une certaine coordination des activités régionales, c'est-à-dire une certaine intégration qui donne une cohérence aux systèmes productifs régionaux. L'effet d'entraînement de l'industrie régionale est la résultante des effets d'entraînement existants entre les divers secteurs.

On peut distinguer trois types d'effets d'entraînement : les relations **intra-sectorielles** affectent des établissements clients et fournisseurs appartenant au même secteur (dans la nomenclature « NAP40 ») ; les relations **intra sous-systèmes** affectent des établissements appartenant au même sous-système ; et les relations **inter sous-système** affectent les établissements appartenant à des sous-systèmes différents.

Les effets d'entraînement (intérieurs à la région et exportés) hors de la région s'observent surtout à l'intérieur des secteurs (tableau 2). Sur 19 secteurs indus-

Tableau 3

Principales relations engendrées par l'industrie**A - ALSACE**

En %

Relations	Effet d'entraînement	
	Toutes origines	Intra-régionales
Bois, meubles — Bois, meubles	22,7	9,5
Viande, lait — Viande, lait	17,6	5,9
Matériaux et minéraux — Construction mécanique	7,8	5,8
Textile habillement — Textile habillement	30,3	5,5
Papier, carton — Papier, carton	21,1	5,4

B - HAUTE-NORMANDIE

Relations	Effet d'entraînement	
	Toutes origines	Intra-régionales
Viande et lait — Viande et lait	46,1	24,3
Matériaux et minéraux — Matériaux et minéraux	22,4	12,1
Automobile — Automobile	73,6	11,6
Chimie — Chimie	28,2	11,5
Bois, meubles — Bois, meubles	18,0	9,3
Construction navale et aéronautique — Construction navale et aéronautique	15,4	8,7
Verre — Fonderie	11,4	7,8
Imprimerie, presse, édition — Imprimerie, presse, édition	8,6	7,3

* Lecture : la flèche indique le sens de l'effet d'entraînement (inverse du flux de marchandise) exprimé en pour cent de la variation d'activité du secteur entraîneur. Sont retenues dans ces tableaux les relations dont l'effet d'entraînement intra-régional est supérieur à 5 %.

triels, on observe 19 effets intra-sectoriels de plus de 5 % en Alsace et 17 en Haute-Normandie. Les effets de plus de 5 % entre secteurs différents mais appartenant à des mêmes sous-systèmes sont encore nombreux : 13 en Haute-Normandie et 14 en Alsace ; mais ils sont plus rares entre secteurs appartenant à des sous-systèmes différents. Ces résultats ne sont pas surprenants puisque le regroupement en sous-systèmes a été opéré pour qu'il en soit ainsi. Ce qui importe, c'est de voir si un tel schéma de relations s'observe ou non entre les seuls établissements situés à l'intérieur de la région. Nous avons déjà vu que les effets d'entraînement à l'intérieur de la région sont très atténués. Il apparaît en outre que les relations entre établissements à l'intérieur des deux régions étudiées ne suivent pas le schéma des relations avec l'ensemble des établissements. On observe proportionnellement plus de relations intrasectorielles et beaucoup moins de relations entre secteurs appartenant à des sous-systèmes différents (tableau 3, graphique 1 page suivante).

LES ENQUÊTES RÉGIONALES SUR LES LIAISONS INDUSTRIELLES

Afin de compléter l'information statistique issue du système central d'enquêtes (enquêtes annuelles d'entreprises, enquêtes liaisons financières, enquêtes structures des emplois...), les directions régionales de l'INSEE d'Alsace et de Haute-Normandie ont réalisé des enquêtes sur le thème des liaisons industrielles.

Ces enquêtes ont été réalisées en 1983 en Alsace, et en 1985 en Haute-Normandie. Elles portaient respectivement sur les exercices 1982 et 1984. A quelques variantes près, ces enquêtes sont très proches dans leurs objectifs et leur contenu.

Champ de l'enquête : établissements industriels de plus de 10 salariés (hors énergie - bâtiment et génie civil - y compris industries agricoles et alimentaires).

Objectif de l'enquête :

- apprécier les interdépendances industrielles à l'intérieur de la région, avec les autres régions et l'étranger.

- préciser la position des établissements régionaux dans la division du travail.

Le questionnaire

. Les liaisons industrielles sont mesurées par trois flux :

- montant, nature et origine des biens d'équipement ;

- montant, nature et origine des approvisionnements et de la sous-traitance confiée ;

- montant et destination des ventes et de la sous-traitance reçue et nature des clients.

. L'espace est mesuré par une nomenclature en trois postes : région, autres régions, étranger (pour la sous-traitance on distingue le département ou le pays étranger).

. La dépendance des établissements est caractérisée par :

- le lieu du siège de l'entreprise, l'appartenance à un groupe

- l'autonomie de décision

- la concentration de la clientèle ou des donneurs d'ordres.

. **Méthodologie de l'enquête**

L'échantillon a été stratifié selon :

- la « régionalité » (entreprise monorégionale, polyrégionale à siège en région, polyrégionale à siège hors région) ;

- le département ;

- le secteur d'activité (niveau « T40A ») ;

- la taille (10-49, 50-99, 100 salariés et plus).

Le taux de sondage est exhaustif au-dessus de 100 salariés et de 1/2 au-dessous. Dans les deux régions, l'échantillon comprend un millier d'établissements soit plus de 80 % des effectifs salariés de l'industrie. La collecte s'est déroulée par voie postale, des enquêteurs se réservant les démarches auprès des non-répondants.

L'organisation des deux systèmes productifs est différente

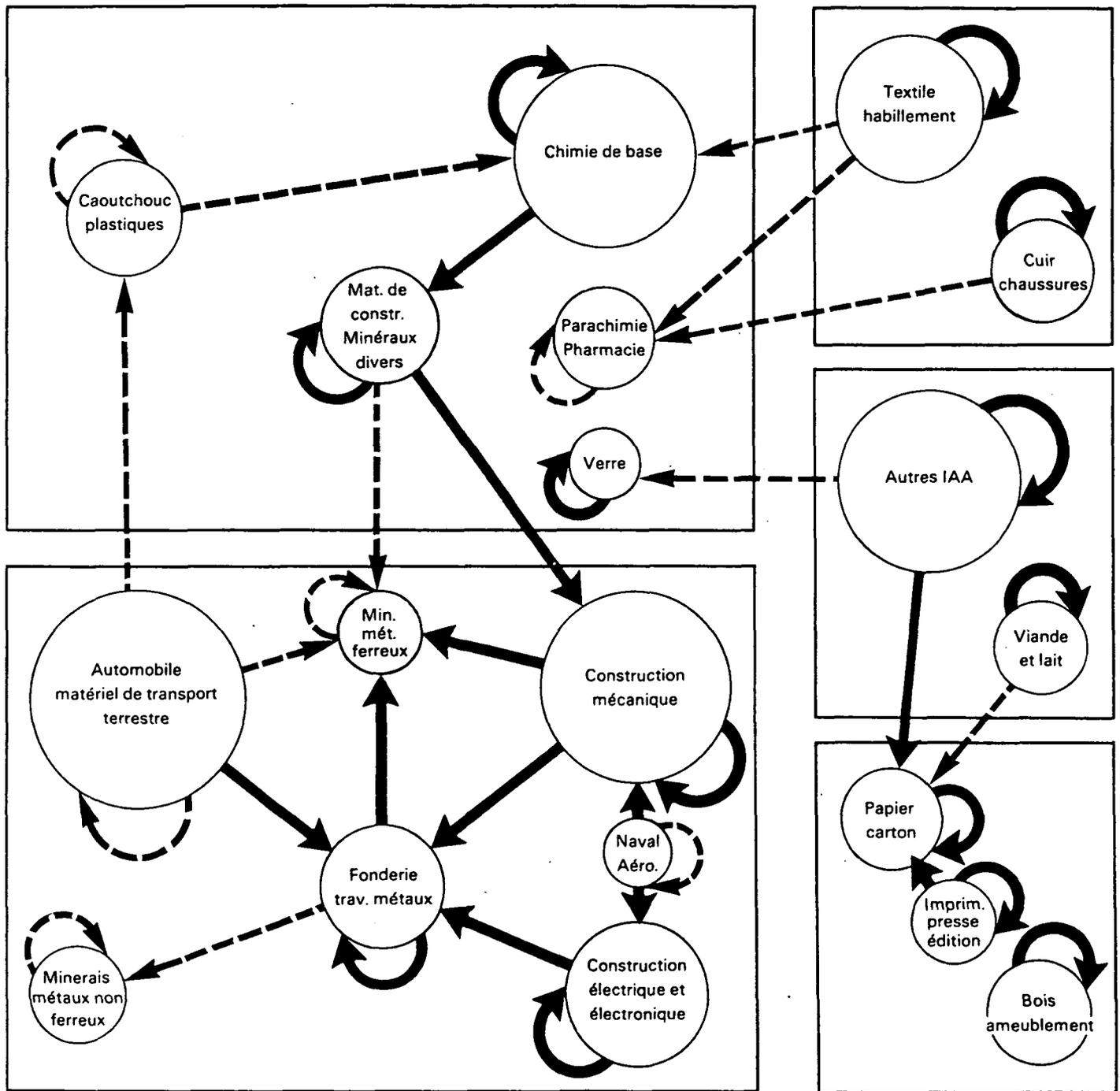
Au delà de cette similitude, les deux systèmes productifs régionaux présentent des différences importantes. Le portefeuille d'activités industrielles alsacien est plus diversifié et engendre des effets d'entraînement plus diffus mais moins importants que celui de Haute-Normandie.

L'effet d'entraînement intra-régional, plus élevé en Haute-Normandie qu'en Alsace, s'explique par l'existence d'effets sectoriels forts associés à des secteurs importants : ainsi, la chimie de base et l'automobile

Graphique I

Schéma des relations fortes engendrées par les industries d'Alsace et de Haute-Normandie*

A - ALSACE



* Lecture : La surface des cercles est proportionnelle au chiffre d'affaires (échelle identique pour les deux régions).

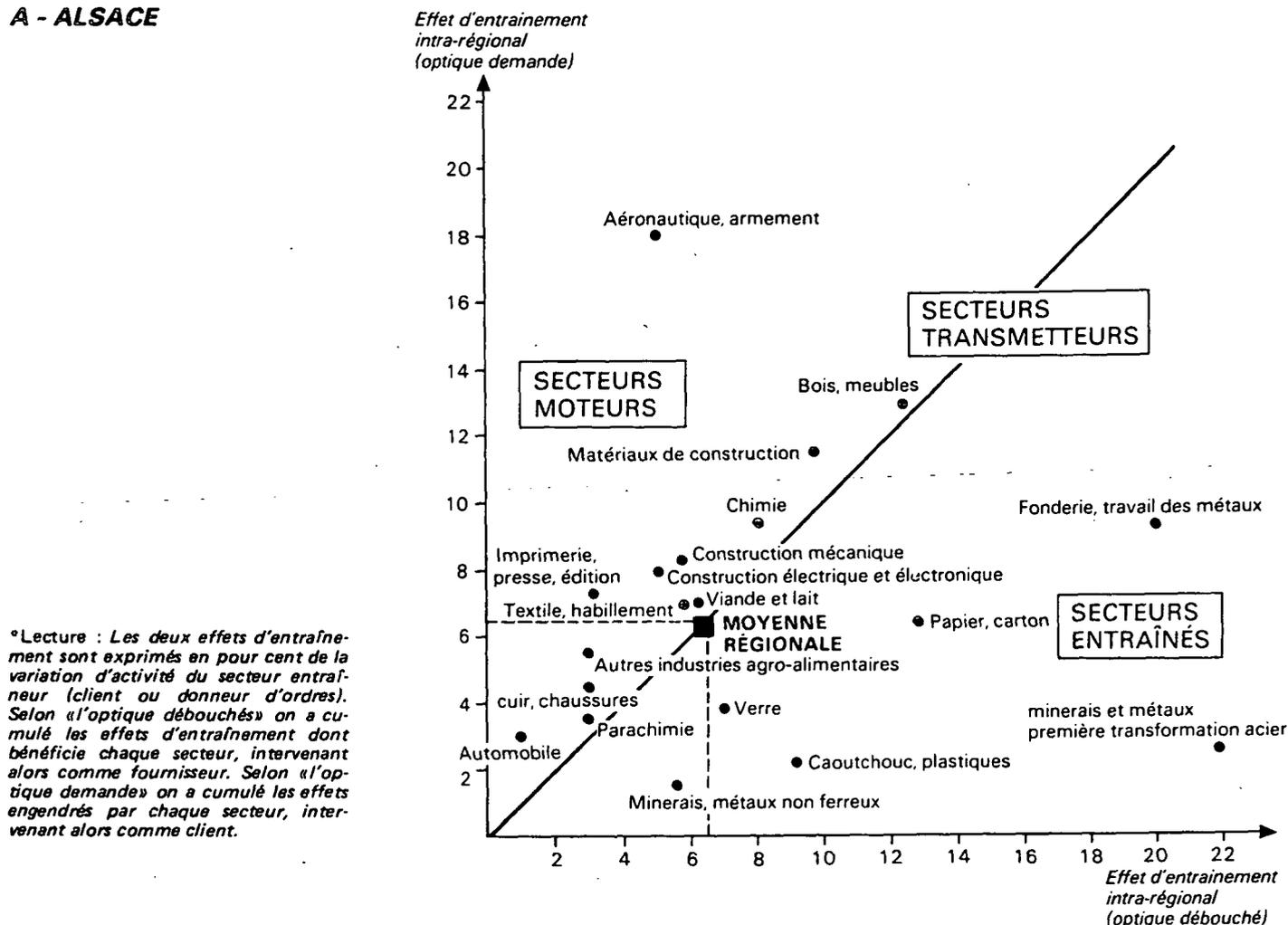
Toutes les flèches en pointillés et en gras représentent un effet d'entraînement toutes origines supérieur à 5% d'une variation initiale de la demande adressée au secteur entraîneur (effet d'entraînement intra-régional et effet exporté).

Les flèches en trait gras représentent en plus un effet d'entraînement intra-régional supérieur à 1% d'une variation initiale de la demande adressée au secteur entraîneur.

Graphique II

Diffusion des effets d'entraînement dans l'industrie[°]

A - ALSACE



concentrent 56 % de la totalité des effets intra-régionaux. En Alsace, la construction mécanique et les autres industries agro-alimentaires qui ont les contributions les plus fortes de par leur masse, ne participent qu'à 25 % de l'effet total.

L'intégration industrielle haute-normande se structure essentiellement autour des relations intra-sectorielles : ainsi, pour dix activités, plus de 70 % des effets d'entraînement à l'intérieur de la région sont intra-sectorielles. En Alsace, seulement cinq secteurs sont dans ce cas. Des relations fortes à l'intérieur des sous-systèmes s'y ajoutent ; les plus nombreuses sont dans les activités de la mécanique.

Secteurs moteurs, secteurs entraînés

Les variations d'activité induites dans le système productif régional ont été appréhendées jusqu'ici du point de vue des secteurs acheteurs ou donneurs d'ordres, considérés comme moteurs. Nous allons compléter cette approche par la prise en compte de ces mêmes variations induites du point de vue des secteurs ven-

deurs ou sous-traitants, c'est-à-dire des secteurs entraînés.

La conjugaison des deux optiques permet de dresser une typologie des secteurs. Les secteurs « moteurs » ont un effet d'entraînement supérieur à la moyenne et entraînent davantage qu'ils ne sont entraînés. Réciproquement, les secteurs « entraînés » bénéficient fortement des variations d'activité de leurs clients, mais ont eux-mêmes peu d'effet d'entraînement dans la région. Enfin on appelle secteurs « transmetteurs » les secteurs pour lesquels les deux effets sont du même ordre de grandeur et supérieurs à la moyenne régionale (graphique II).

La Haute-Normandie, davantage organisée autour de relations intra-sectorielles fortement concentrées sur quelques secteurs, présente seulement neuf secteurs fortement insérés dans les relations intra-régionales, surtout en tant que secteurs transmetteurs d'influences : la chimie et l'automobile à travers les relations qu'entretiennent les établissements d'une même entreprise, les matériaux de construction à travers les relations avec les gravières, la transformation du lait à travers les relations avec les coopératives génèrent des

solidarités spatiales de la division du travail. Les spécificités des relations engendrées par les systèmes productifs régionaux résulteraient alors d'une logique offre-demande (aspect portefeuille d'activités) et d'une logique de dépendance des établissements régionaux.

Les deux systèmes productifs régionaux présentent des rapports à l'espace différents et des structures de dépendance très contrastées. Derrière cette diversité, des lignes de force communes structurent la géographie des approvisionnements, la géographie des débouchés, l'espace d'implantation des entreprises et des centres de décision.

Les positions relatives des secteurs industriels des deux régions, dans ces deux dimensions d'espace et de dépendance se regroupent autour de trois pôles (tableau 4). Un premier pôle est constitué de secteurs dominés par des PME régionales ; à l'opposé, se regroupent les secteurs où beaucoup d'établissements dépendent de centres de décisions extérieurs à la région (siège social ou direction de groupe) ; enfin, entre les deux, on trouve un regroupement de secteurs comprenant à la fois des PME régionales et des entreprises polyrégionales dont le siège est dans la région.

Les secteurs essentiellement composés d'entreprises monorégionales non contrôlées par des groupes financiers, sont plutôt campés sur un espace régional ou national. Monorégionale, hors groupe financier, marchés régionaux ou nationaux, ces trois caractéristiques pourraient définir, en complément de l'habituel critère de taille, les petites et moyennes entreprises. Dans les deux régions, les secteurs viande-lait et bois-ameublement regroupent par excellence de telles PME.

... aux groupes...

A l'autre extrême, apparaissent les secteurs internationalisés. Une internationalisation à base nationale, est portée par des groupes français contrôlant des établissements d'entreprises polyrégionales à sièges hors-région. Le secteur automobile, dont l'implantation dans les deux régions résulte de la décentralisation industrielle des années soixante, en est représentatif. L'internationalisation à base étrangère résulte de la prise de contrôle par des groupes étrangers d'établissements existants ou de création relativement récente. Dans les deux régions, le secteur de la parachimie-pharmacie et de la chimie de base en donne une illustration. La présence des groupes financiers s'explique en général par la nécessité de mobiliser des capitaux importants et de disposer d'une surface économique de dimension internationale. Mais les groupes financiers étrangers peuvent aussi s'implanter dans les régions afin d'accéder plus facilement au marché français. En Haute-Normandie, le secteur des papiers-cartons, à débouchés nationaux, a été contrôlé dans les années soixante par des groupes scandinaves, après une longue tradition de relations marchandes entre les fournisseurs nordiques et les entreprises régionales.

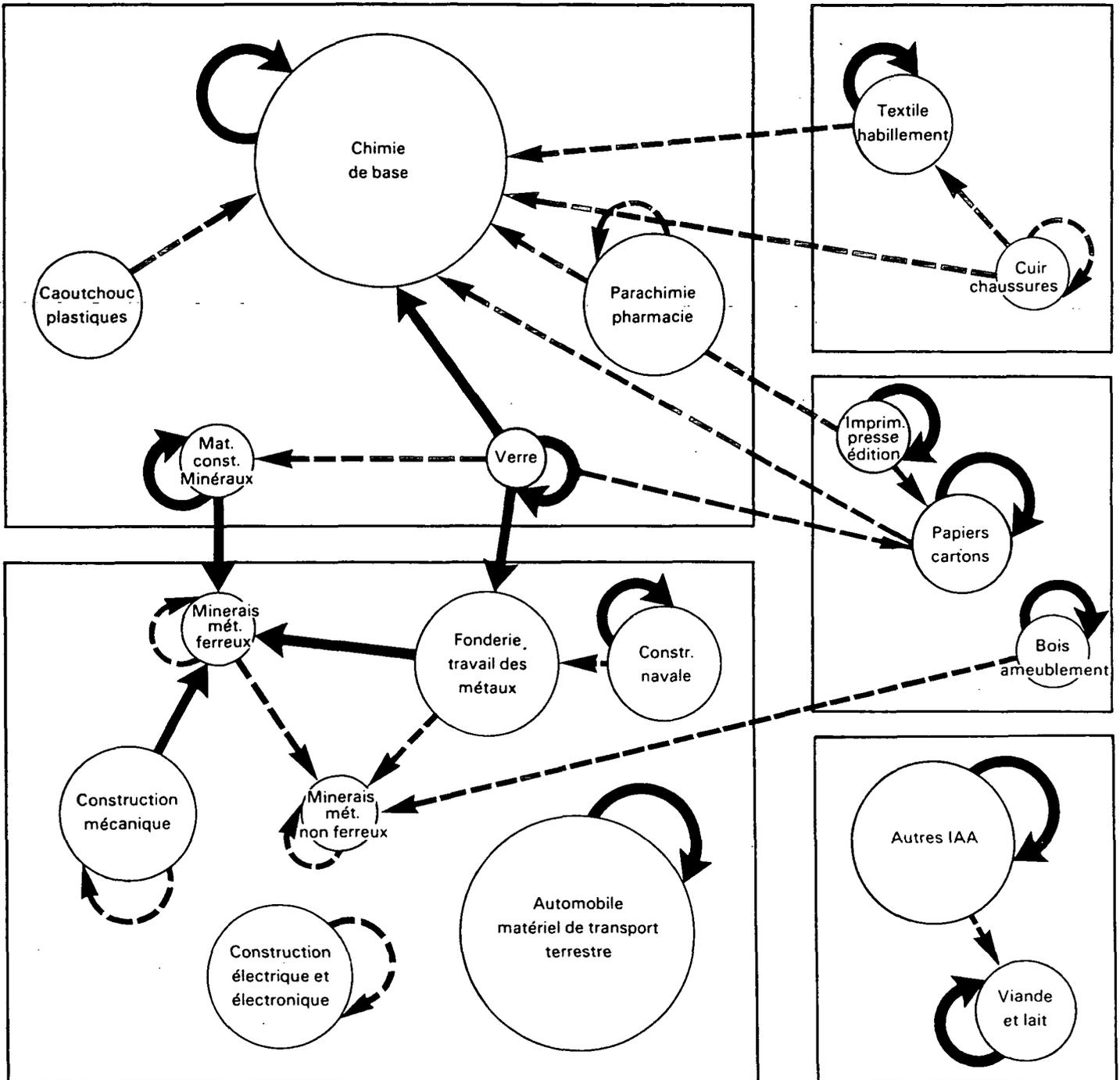
Tableau 4

Typologie des secteurs selon leurs marchés et leur

A - ALSACE

Secteurs	Caractéristiques dominantes
<ul style="list-style-type: none"> . viande et lait . presse édition 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés importants en région . approvisionnements régionaux-nationaux . entreprises monorégionales
matériaux et minéraux	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés régionaux-nationaux . approvisionnements régionaux-nationaux . entreprises monorégionales et groupes français hors groupe
<ul style="list-style-type: none"> . verre . caoutchouc plastiques . bois-meubles 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés étrangers peu importants . approvisionnements importants dans les autres régions . entreprises monorégionales, hors groupe, dominantes
<ul style="list-style-type: none"> . autres industries agricoles et alimentaires . construction électrique et électronique . travail des métaux . textile-habillement . mécanique . métaux ferreux 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés nationaux-étrangers . approvisionnements dominants dans les autres régions . entreprises polyrégionale à siège en région dominantes et entreprises monorégionales
chimie de base	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés nationaux-étrangers . approvisionnements nationaux étrangers . entreprises monorégionales hors groupes polyrégionales de groupes français et étrangers
<ul style="list-style-type: none"> . automobile . aéronautique . papiers cartons . métaux non-ferreux 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés nationaux-étrangers . approvisionnements régionaux-nationaux . établissements à sièges hors région, groupes français . débouchés nationaux importants . approvisionnements étrangers importants . sièges hors région, groupes français et étrangers
<ul style="list-style-type: none"> . parachimie . cuir-chaussures 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés étrangers importants . approvisionnements étrangers importants . établissements de polyrégionales alsaciennes et groupes étrangers

B - HAUTE-NORMANDIE



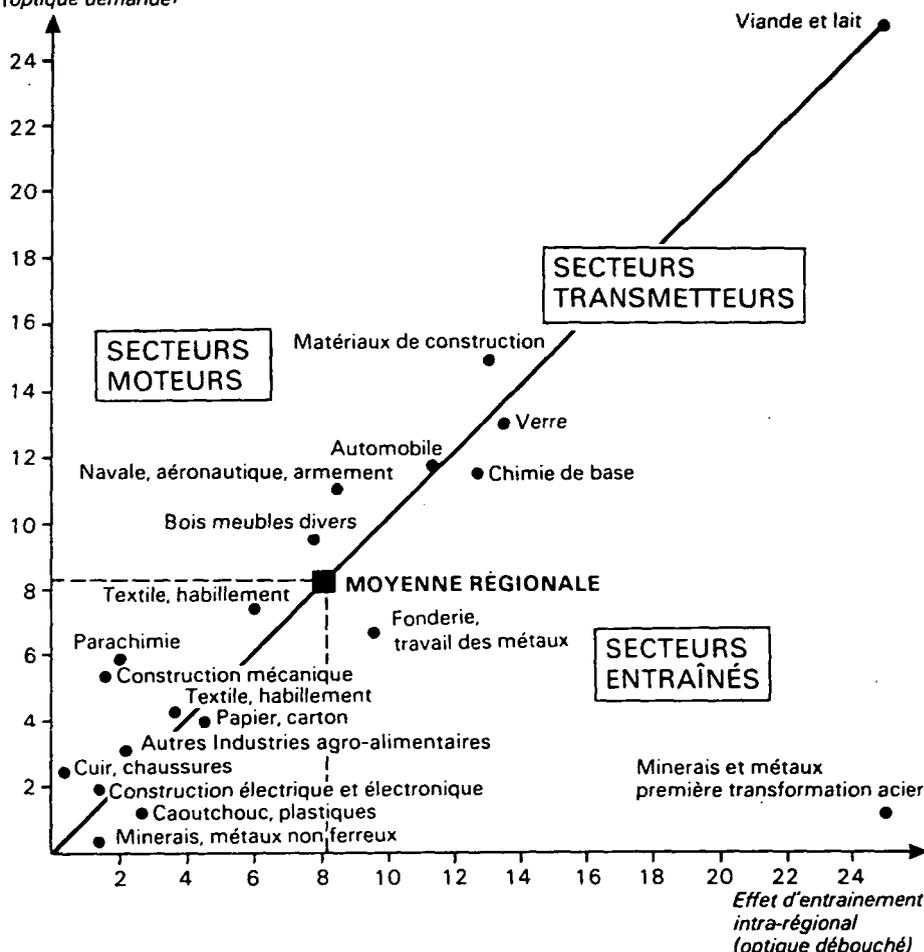
* Lecture : La surface des cercles est proportionnelle au chiffre d'affaires (échelle identique pour les deux régions).

Toutes les flèches en pointillés et en gras représentent un effet d'entraînement toutes origines supérieur à 5% d'une variation initiale de la demande adressée au secteur entraînéur (effet d'entraînement intra-régional et effet exporté).

Les flèches en trait gras représentent en plus un effet d'entraînement intra-régional supérieur à 1% d'une variation initiale de la demande adressée au secteur entraînéur.

B - HAUTE-NORMANDIE

Effet d'entraînement
intra-régional
(optique demande)



*Lecture : Les deux effets d'entraînement sont exprimés en pour cent de la variation d'activité du secteur entraîneur (client ou donneur d'ordres). Selon «l'optique débouchés» on a cumulé les effets d'entraînement dont bénéficie chaque secteur, intervenant alors comme fournisseur. Selon «l'optique demande» on a cumulé les effets engendrés par chaque secteur, intervenant alors comme client.

effets intra-sectoriels importants. L'industrie du verre entraîne la fonderie à l'occasion de sous-traitance confiée aux fabricants de moules. Elle est entraînée par les fournitures de flacons à la parachimie. Les secteurs fonderie-travail des métaux et métaux ferreux, de par la diversité des secteurs clients régionaux, sont des activités entraînées.

L'industrie alsacienne, où les relations entre secteur différents d'un même sous-système sont importantes, diffuse davantage ses effets d'entraînements : 13 secteurs sur 15 sont très insérés dans le tissu régional. La configuration est particulièrement claire dans le sous-système mécanique avec les trois secteurs entraîneurs (construction mécanique, construction électrique et électronique, aéronautique) et les deux secteurs entraînés (fonderie-travail des métaux et minerais et métaux-ferreux première transformation de l'acier). Comme en Haute-Normandie, les relations intra-sectorielles sont importantes dans la catégorie des secteurs transmetteurs. Toutefois, le secteur des matériaux de construction et minéraux divers (potasse), en plus des relations internes dues aux transformations des produits de gravières, confie des travaux en sous-traitance à la

construction mécanique (pièces d'entretien et de contention) et fournit l'industrie chimique (sels de potasse pour la fabrication d'engrais).

Espace et dépendance : des PME...

Le portefeuille d'activités industrielles constitue le premier niveau d'analyse de la position des régions dans la division du travail. Il commande au premier chef les relations à l'espace à travers les complémentarités sectorielles.

D'un autre côté, les établissements régionaux dépendent des centres de décision localisés (sièges sociaux, sociétés mères des groupes financiers). Il peut s'agir soit d'établissements d'entreprises à implantation purement régionale (appelées monorégionales), soit d'entreprises à établissements multiples implantées dans plusieurs régions (entreprises polyrégionales). Ces entreprises peuvent être contrôlées par des groupes financiers. La coordination d'activités reliée à une même entité juridique ou financière se superpose donc aux

type de dépendance^o

B - HAUTE-NORMANDIE

Secteurs	Caractéristiques dominantes
<ul style="list-style-type: none"> . viande et lait . textile-habillement . bois - meubles 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés importants dans les autres régions . approvisionnements régionaux nationaux . monorégionales hors groupes dominantes
<ul style="list-style-type: none"> . matériaux et minéraux 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés régionaux importants . approvisionnements régionaux importants . monorégionales et établissements à siège hors région
<ul style="list-style-type: none"> . autres industries agricoles et alimentaires . verre . travail des métaux . mécanique . cuir-chaussures . construction navale 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés nationaux-étrangers . approvisionnements régionaux-nationaux . entreprises monorégionales et polyrégionales à siège en région
<ul style="list-style-type: none"> . presse-édition 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés régionaux-nationaux . approvisionnements dans les autres régions . entreprises monorégionale et polyrégionales à siège en région
<ul style="list-style-type: none"> . non-ferreux . automobile . métaux ferreux 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés étranges importants . approvisionnements dans les autres régions . établissements à siège hors région et groupes français
<ul style="list-style-type: none"> . construction électrique et électronique . caoutchouc plastiques 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés étrangers importants . approvisionnements dans les autres régions . établissements à siège hors régions - groupes français et étrangers
<ul style="list-style-type: none"> . chimie de base 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés étrangers importants . approvisionnements régionaux et étrangers . établissements à siège hors région - groupes français et étrangers
<ul style="list-style-type: none"> . parachimie 	<ul style="list-style-type: none"> . débouchés nationaux importants . approvisionnements étrangers
<ul style="list-style-type: none"> . papiers-cartons 	<ul style="list-style-type: none"> . établissements d'entreprises polyrégionales - groupes étrangers

^o Lecture : les caractéristiques dominantes des secteurs ont été déterminées à partir de méthodes d'analyse des données. Les dix-neuf secteurs industriels alsaciens et haut-normands définis au niveau 40 A de la nomenclature d'activités ont fait l'objet d'une analyse en composantes principales (non reproduite dans cet article) et d'une classification hiérarchique ascendante sur douze variables définissant les relations à l'espace et les caractéristiques de dépendance, les variables sont récapitulées dans le tableau qui suit.

relation à l'espace	<ul style="list-style-type: none"> - sur les approvisionnements 	<ul style="list-style-type: none"> . part des approvisionnements industriels (achats + sous-traitance confiée) d'origine régionale . part des approvisionnements d'origine autres régions . part des approvisionnements d'origine étrangère
	<ul style="list-style-type: none"> - sur les débouchés 	<ul style="list-style-type: none"> . part du chiffre d'affaires réalisé en région . part du chiffre d'affaires réalisé dans les autres régions . part du chiffre d'affaires réalisé à l'exportation
dépendance	<ul style="list-style-type: none"> - critère de la régionalité 	<ul style="list-style-type: none"> . part des entreprises monorégionales dans le chiffre d'affaires des secteurs . part des établissements d'entreprises polyrégionales à siège en région dans le chiffre d'affaires des secteurs . part des établissements dépendant d'entreprises à siège hors région dans le chiffre d'affaires des secteurs
	<ul style="list-style-type: none"> - liaisons financières 	<ul style="list-style-type: none"> . part des établissements n'appartenant pas à deux groupes financiers dans les effectifs des secteurs . part des établissements dépendant de groupes français dans les effectifs des secteurs . part des établissements dépendant de groupes étrangers dans les effectifs des secteurs

(suite de l'encadré)

D'où les effets en masse :
 $(I + F + S)(I - R)^{-1} (\Delta DR + \Delta XF + \Delta XS)$
 matrice des
 multiplicateurs
 totaux

La confection statistique du tableau d'échange industriel régional

Les données de cadrage du compte de production (valeur ajoutée, chiffre d'affaires) proviennent des enquêtes annuelles d'entreprises régionalisées.

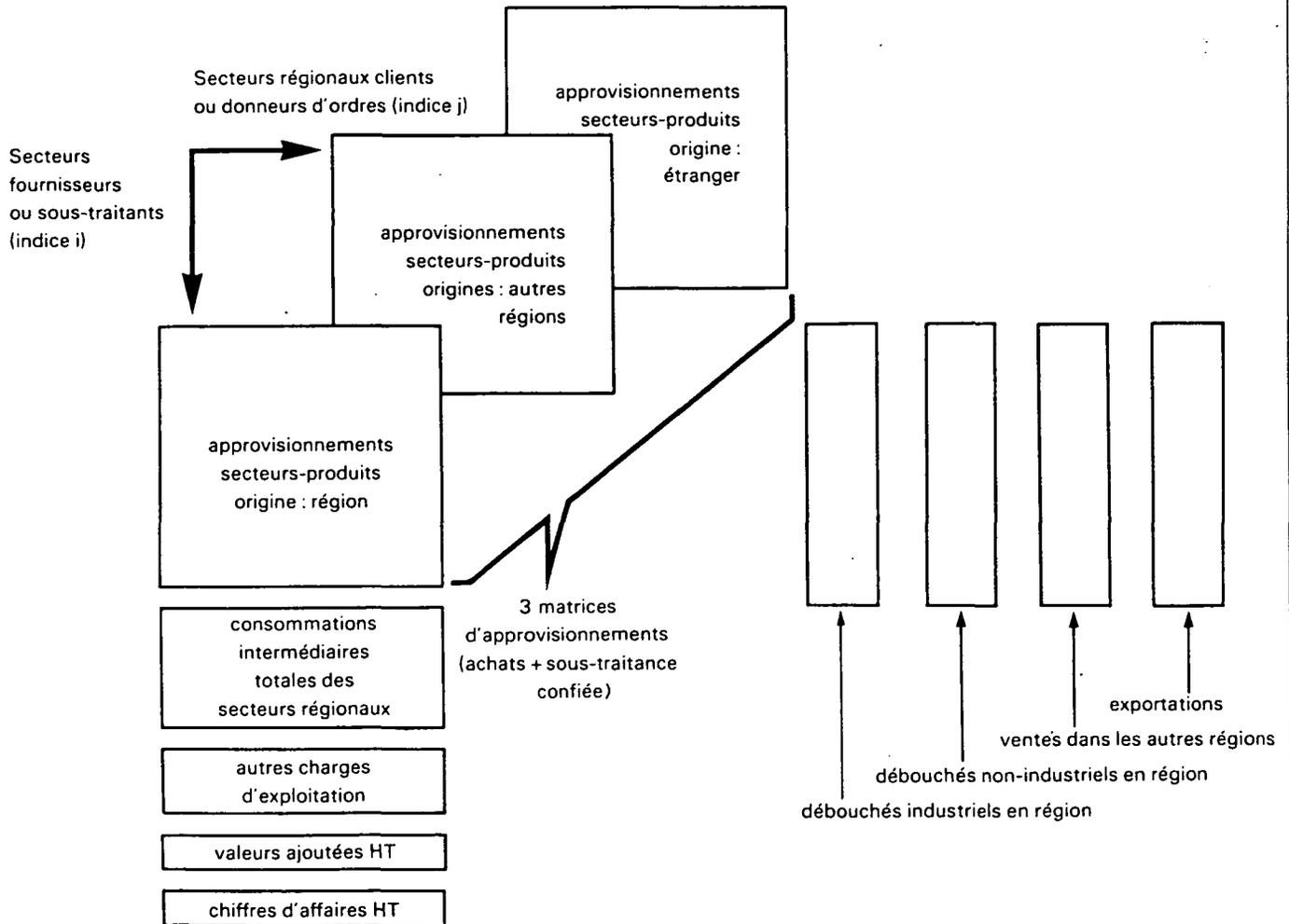
Les consommations intermédiaires et leurs origines proviennent des enquêtes Liaisons industrielles. La répartition géographique des ventes connue dans les enquêtes Liaisons industrielles a fait l'objet d'un calage sur les chiffres d'affaires

regionalisés de l'enquête annuelle d'entreprise (estimation des masses par le quotient). Les ventes à l'économie régionale hors industrie du secteur i ont été déterminées par solde entre les approvisionnements régionaux des secteurs j auprès du secteur i et le chiffre d'affaires réalisé en région du secteur i.

Bibliographie

- [1] J.F DIVAY et F. MEUNIER : « Deux méthodes de confection du tableau entrées-sorties », *Annales de l'INSEE*, numéro 37
- [2] H. W. RICHARDSON : « Input-Output and regional economics », édition Weidenfeld and Nicholson, 1972.

Le cadre comptable du tableau d'échanges interindustriels régional*



* **Lecture :** le compte de production des secteurs régionaux se lit en colonne après agrégation des matrices d'approvisionnementnements secteurs-produits-origines ; l'équilibre comptable ressources-emplois pour chacun des secteurs régionaux se lit en ligne :

$$\text{chiffre d'affaires d'un secteur régional} = \text{ventes aux industriels régionaux} + \text{ventes au reste de l'économie régionale} + \text{ventes aux autres régions} + \text{exportations}$$

d'entraînement entre ces deux secteurs est effectivement important (3 %). A l'inverse, en Haute-Normandie, le « caoutchouc-plastiques » et la chimie de base sont bien représentés, mais on n'observe pas entre eux d'effet d'entraînement alors qu'il est fort au niveau national. La déduction des relations fortes intra-régionales à partir d'une simplification d'un tableau entrée-sortie national fondée sur les secteurs surreprésentés en région est donc d'un intérêt pratique limité.

La propension d'un secteur industriel à nouer des relations intra-régionales peut s'exprimer par l'importance relative de son effet d'entraînement intra-régional par rapport à son effet d'entraînement exporté dans le reste du pays et à l'étranger. On pourrait se demander si certains types de dépendance favorisent les relations intra-régionales. En réalité, les secteurs diffusant leur effet en région de manière dominante ne sont pas représentatifs d'un type de dépendance particulier. On trouve aussi bien des secteurs composés de PME (viande et lait en Haute-Normandie, bois-ameublement en Alsace), d'établissements à centres de décision hors région

éventuellement contrôlés par des groupes français (matériaux et minéraux, chimie de base en Haute-Normandie, construction aéronautique en Alsace), ou encore des secteurs caractérisés par une grande dualité (construction navale et aéronautique en Haute-Normandie). Seuls les secteurs caractérisés par une internationalisation à base étrangère diffusent très peu en région.

Finalement, mis à part le cas des secteurs caractérisés par une internationalisation à base étrangère, le jeu de la proximité reste déterminant dans l'établissement des relations sectorielles intra-régionales fortes. Proximité de ressources naturelles (bois, lait, minéraux) ou disponibles sur un site (pétrole) supportant des coûts de transport onéreux (matériaux pondéreux) ou supposant une prise en charge rapide (lait). Proximité d'un savoir-faire et d'une offre régionale fournissant des pièces assorties d'exigences techniques rigoureuses (sécurité en atmosphère explosive dans les mines, trains d'atterrissage). Proximité des unités de transformation dans la chimie organique de synthèse (relations inter-établissements intra-entreprises). □

(voir aussi l'annexe, page suivante)

BIBLIOGRAPHIE

- [1] F. BRAUDEL : « Civilisation matérielle, Economie et Capitalisme XVe - XVIIIe siècle ; les jeux de l'Echange », Armand Colin, 1980.
- [2] J.R. BOUDEVILLE : « La région est plus ouverte que la nation. Elle possède une intensité d'échanges extérieurs bien plus élevée et ceci même à taille égale. C'est par ce trait et non par l'échelle que la région s'oppose à la nation... La région intranationale se présente comme un sous-système à l'intérieur de la nation », Aménagement du territoire et polarisation - Editions M. Th. Genin - librairies techniques, 1972, pages 253 et suivantes.
- [3] M. AUJAC : « La hiérarchie des industries dans un TEI et ses conséquences sur la mise en oeuvre d'un plan national décentralisé », Revue économique, numéro 2, mars 1960.
- [4] R. LANTNER - DUNOD : « Théorie de la dominance économique », Collection Cournot, 1974.
- [5] « Le diagraphie », *Cahiers du centre économique, espace, environnement*, numéro 1, Economica, 1977.
- [6] A. SALLEZ : « Polarisation et sous-traitance - Conditions du développement régional », Eyrolles, 1971.
- [7] « Sous-traitance et structures industrielles », *Documents pour l'Alsace*, numéro 6, INSEE, Strasbourg, novembre 1985.
- [8] « Les marchés de l'industrie régionale », INSEE, Rouen, janvier 1987.

UN MODELE REGIONAL D'EFFETS D'ENTRAINEMENT

Le modèle régional d'effets d'entraînement inter-sectoriel a pour but de calculer la conséquence de la variation de la demande adressée à un secteur de l'industrie régionale sur un autre secteur de l'industrie (éventuellement le même) à l'intérieur de la région. Le modèle calcule aussi l'effet directement induit sur cet autre secteur à l'extérieur de la région.

Le principe du modèle

Pour répondre à une augmentation initiale de la demande, les établissements d'un secteur régional font appel à un supplément d'approvisionnements auprès de leurs établissements fournisseurs du même secteur ou des autres secteurs, à l'intérieur ou à l'extérieur de la région ; ce qui entraîne une première vague d'augmentations. Ces fournisseurs, eux-mêmes pour répondre au supplément de demande qui leur échoit, font appel à un supplément d'approvisionnements auprès de leurs fournisseurs ; ce qui constitue la deuxième vague, et ainsi de suite... A chaque vague d'approvisionnements, l'augmentation d'activité induite s'atténue. Au terme de l'épuisement des effets induits par les vagues d'approvisionnements successives, on peut calculer l'effet d'entraînement recherché, par sommation des effets induits par les vagues successives.

On ne prend en compte que les consommations intermédiaires industrielles (y compris les industries agro-alimentaires, hors énergie et bâtiment), à l'exclusion des investissements et des augmentations de consommations liées à l'augmentation de revenu.

A chaque vague, le modèle prend en compte l'approvisionnement des industries régionales auprès de leurs fournisseurs à l'intérieur de la région ou à l'extérieur de la région, mais il ne prend pas en compte l'approvisionnement des industries extérieures à la région. Ceci a deux conséquences. D'abord, le modèle ignore les « effets retour » des approvisionnements des industries extérieures à la région auprès d'industries régionales, mais la région étant petite devant le reste du monde, ces effets retour sont négligeables. Ensuite le modèle ne calcule pas l'effet induit total dans le reste du monde, mais seulement, à chaque vague d'approvisionnement régional, la demande directement adressée à l'industrie extérieure à la région.

Le modèle ne permet donc pas de comparer l'effet induit dans la région avec l'effet induit dans le reste du monde, mais simplement avec l'effet « exporté » dans le reste du monde.

La mise en oeuvre du modèle

Les enquêtes Liaisons industrielles permettent de construire pour chaque secteur régional un compte de production détaillé ventilant les consommations intermédiaires (achat hors énergie plus sous-traitance confiée) par produit. La juxtaposition de ces comptes de production sectoriels fournit la matrice des consommations intermédiaires de l'industrie régionale. Cette matrice est décomposée en une somme de trois matrices selon que l'origine de l'approvisionnement est la région, le reste du pays ou l'étranger.

La transformation de ces matières donne lieu à production de valeur ajoutée. La somme des dépenses d'exploitation (hors masse salariale) et de la valeur ajoutée détermine le chiffre d'affaires, assimilé ici à la production effective des secteurs. Chaque secteur industriel régional vend ses produits à des industriels régionaux, au reste de l'économie régionale (agents économiques non industriels), aux autres régions et à l'étranger. Ces informations de débouchés sont disponibles dans les enquêtes Liaisons industrielles.

On utilise les notations suivantes :

CA_i, le chiffre d'affaires du secteur fournisseur régional i ;
CA_j, le chiffre d'affaires du secteur client régional j ;
CIR_{ij}, les approvisionnements du secteur client régional j auprès du secteur fournisseur régional i ;
DR_i, les ventes du secteur fournisseur régional i au reste de l'économie régionale (autres secteurs ou agents économiques non industriels) ;
XFi, les ventes du secteur fournisseur régional i aux autres régions ;
XSi, les exportations du secteur fournisseur régional i ;
r_{ij} = CIR_{ij} / CA_j, la part des approvisionnements du secteur client régional j auprès du secteur fournisseur régional i dans son chiffre d'affaires.

L'équilibre comptable du secteur fournisseur régional i s'écrit formellement :

$$CA_i = \sum_{j=1}^k (r_{ij} \cdot CA_j) + DR_i + XFi + XSi$$

où k désigne le nombre de secteurs industriels régionaux retenu pour un niveau d'agrégation donné.

En Alsace, dans la même période, des groupes allemands ont créé ou contrôlé des entreprises régionales de la confection pour pénétrer le marché français et bénéficier de coûts salariaux avantageux, en mobilisant une main-d'oeuvre féminine potentielle. Récemment, la firme japonaise SONY a créé dans le Haut-Rhin une unité de fabrication de lecteurs de disques compacts destinés au marché européen.

L'internationalisation à base étrangère se distingue de l'internationalisation à base nationale quant à l'origine des approvisionnements. Les secteurs dominés par les groupes étrangers sont les plus gros importateurs de produits intermédiaires.

... en passant par des PME
et des grandes entreprises régionales

Enfin, des secteurs industriels occupent une position intermédiaire dans cette opposition région-monde. Ils sont caractérisés par une forte dualité, comprenant à la fois des PME régionales et des entreprises polyrégionales dont le siège est en région. Sortis souvent du creuset des premières vagues d'industrialisation régionales, leur conquête de l'espace à travers les implantations multirégionales et le développement de leurs marchés se sont décidés depuis la région avec, à l'origine, des capitaux régionaux.

INTER-SECTORIELS

Le tableau d'échange inter-industriel « empile » chacun de ces équilibres comptables sectoriels, soit en notation matricielle :

$$CA_{(k,1)} = R_{(k,k)} CA_{(k,1)} + DR_{(k,1)} + XF_{(k,1)} + XS_{(k,1)}$$

Détermination des effets intra-régionaux

les équilibres comptables par secteurs sont interdépendants à travers l'expression :

$$\sum_j r_{ij} CA_j$$

L'activité d'un secteur client régional j participe à l'activité d'un secteur fournisseur régional i à travers les relations d'achats ou de sous-traitance.

En supposant une stabilité des coefficients d'approvisionnement régionaux

(matrice R) et l'existence de capacités de production disponibles (équipements, main-d'oeuvre), on détermine les conséquences sur l'activité industrielle régionale d'une variation quelconque de la demande de l'environnement (demande régionale non industrielle, demande des autres régions ou de l'étranger) par résolution du système d'équations linéaires. Soit pour un scénario quelconque de variation d'activité :

$$\Delta CA = R \Delta CA + \Delta DR + \Delta XF + \Delta XS$$

dont la solution fournit la variation du chiffre d'affaires des secteurs industriels régionaux après épuisement des effets d'entraînement :

ΔCA	=	$(I - R)^{-1}$	$(\Delta DR + \Delta XF + \Delta XS)$
effets directs et induits sur les secteurs régionaux		matrice des multiplicateurs intra-régionaux	scénario de variation de la demande

L'influence totale d'un secteur client régional j sur l'industrie régionale est donnée par la somme des termes de la colonne j de la matrice $(I - R)^{-1}$

La matrice des multiplicateurs régionaux décrit la réaction du système régional aux évolutions de l'environnement. Ces ef-

fets se propagent aux fournisseurs et sous-traitants des autres régions et de l'étranger.

Diffusion des effets sur les autres régions et l'étranger

Les effets induits sur les autres régions et l'étranger sont appréhendés à travers des matrices d'approvisionnement associées, soit :

$$f_{ij} = \frac{CIF_{ij}}{CA_j}$$

régional j auprès du secteur fournisseur i des autres régions dans son chiffre d'affaires ;

$$s_{ij} = \frac{CIS_{ij}}{CA_j}$$

régional j auprès du secteur fournisseur i étranger dans son chiffre d'affaires ;

$CAFi$, le chiffre d'affaires du secteur fournisseur i des autres régions ;

$CASi$, le chiffre d'affaires du secteur fournisseur i de l'étranger.

En notation matricielle, avec les mêmes hypothèses (stabilité des relations d'approvisionnement, capacités de production disponibles), cela donne :

$$\begin{aligned} \Delta CAF &= F \Delta CA = F(I - R)^{-1} (\Delta DR + \Delta XF + \Delta XS) \\ \Delta CAS &= S \Delta CA = S(I - R)^{-1} (\Delta DR + \Delta XF + \Delta XS) \end{aligned}$$

$(k,1) \quad (k,k) \quad (k,1)$

où $S(I - R)^{-1}$ et $F(I - R)^{-1}$ désignent respectivement les multiplicateurs sur les secteurs étrangers et des autres régions.

Les systèmes régionaux étant petits devant les autres régions et l'étranger, on néglige le retour des effets induits sur la région. Les effets d'entraînement totaux des secteurs régionaux en région, sur les autres régions et l'étranger peuvent être cumulés :

$$\begin{aligned} \text{effets intra-régional} \quad \Delta CA &= (I - R)^{-1} (\Delta DR + \Delta XF + \Delta XS) \\ \text{effets sur les autres régions} \quad \Delta CAF &= F \Delta CA \\ \text{effets sur l'étranger} \quad \Delta CAS &= S \Delta CA \end{aligned}$$

(suite de l'encadré, page suivante)

Cette tradition industrielle, combinant petites et grandes entreprises, présente des conditions favorables à l'entretien de relations de proximité. Ainsi en Alsace, les relations fortes intra-régionales du sous-système mécanique se nouent dans les secteurs où cette dualité est importante, en particulier grâce aux relations de sous-traitance : secteurs du travail des métaux, de la mécanique, de la construction électrique et électronique. Ces pratiques supposent à la fois, un large éventail de savoir-faire et une habitude de relations entre centres de décision. Les chambres patronales en constituent une expression institutionnelle.

Le jeu de cette dualité fonctionne aussi en Haute-Normandie dans les relations internes à la construction

navale et aéronautique et entre les industries du verre et de la fonderie.

Le jeu déterminant de la proximité

On pourrait supposer que lorsque deux secteurs complémentaires sont bien représentés dans une région, les relations qu'ils entretiennent en général sont aussi plus intenses dans la région [5]. Or cette règle n'est pas systématique. Ainsi, l'Alsace est bien pourvue dans les secteurs « autres industries agricoles et alimentaires » et « papiers-cartons » qui entretiennent des relations clients-fournisseurs en général ; et l'effet

ANNEXE

La sous-traitance dans le système industriel régional

Tant en Alsace qu'en Haute-Normandie, la sous-traitance occupe une part modeste dans le chiffre d'affaires et les approvisionnements industriels. La sous-traitance reçue représente 5 % du chiffre d'affaires en Alsace et 7 % en Haute-Normandie. La sous-traitance confiée contribue respectivement pour 6% et 4 % des achats. Ces ordres de grandeur pour les deux régions sont comparables aux données nationales. Les relations inter-industrielles engendrées par les systèmes productifs régionaux sont davantage constituées de relations clients-fournisseurs que de relations de sous-traitance [6]*.

Les deux régions reçoivent globalement plus de sous-traitance qu'elles n'en confient : pour 1 000 F de travaux confiés, la Haute-Normandie en reçoit 4 000 F, et l'Alsace 2 000 F.

Les relations de sous-traitance sont concentrées sur des activités bien connues : textile-habillement, cuir-chaussures, travail des métaux, construction mécanique, construction électrique et électronique, automobile, construction navale et aéronautique. A cette sous-traitance de pièces et composants, on peut adjoindre la sous-traitance d'entretien dans les grands complexes chimiques et les sites d'exploitation et minéraux. Dans les deux régions, cinq parmi ces secteurs les plus insérés dans les relations de sous-traitance concentrent plus de 70 % des ordres reçus et confiés [7 ; 8].

La sous-traitance est souvent décrite comme une relation entre grandes entreprises donneurs d'ordres et PME sous-traitantes. En Alsace comme en Haute-Normandie, les petites entreprises reçoivent significativement plus de sous-traitance (comparativement à leur part dans le chiffre d'affaires industriel) et les établissements de grandes entreprises confient relativement plus de travaux. Entre 70 et 80 % des sous-traitants régionaux sont des petites et moyennes entreprises.

Toutefois, cette première image doit être nuancée : dans les deux régions, un sous-traitant sur deux est simultanément donneur d'ordres. La complexité des relations contribue à multiplier les flux de sous-traitance et suggère une grande diffusion traversant largement le tissu industriel. Dans les deux régions, un établissement sur trois participe à des relations de sous-traitance.

Pour la seule population des sous-traitants, les travaux reçus représentent 22 % de leur chiffre d'affaires en Alsace et 41 % en Haute-Normandie, où plus de la moitié des sous-traitants n'ont que des activités de sous-traitance. Les sous-traitants haut-normands apparaissent ainsi en moyenne plus dépendants de leurs donneurs d'ordres. La part du chiffre d'affaires réalisée avec des produits propres est moins importante.

Les effets d'entraînement de la sous-traitance

Le poids économique modeste de la sous-traitance associé à sa grande diffusion dans le tissu industriel semble limiter son importance. Mais les relations de la sous-traitance sont surtout des relations de proximité. Dans les deux régions, les ordres confiés sur place représentent 46 % de la sous-traitance confiée (tableau A). C'est pour l'essentiel une sous-traitance inter-industrielle (85 %).

La sous-traitance industrielle régionale représente près de 30 % des approvisionnements régionaux en Alsace. De ce fait, son effet d'entraînement intra-régional s'élève à 2 %, ce qui n'est pas négligeable comparé aux 7 % de l'effet global d'entraînement intra-régional. En Haute-Normandie, la sous-traitance industrielle régionale ne représente que 11 % des approvisionnements régionaux. Son effet d'entraînement ne compte que pour moins de 1 %, dans un effet d'entraînement intra-régional de 8 %.

Pour les seuls secteurs les plus insérés dans les relations de sous-traitance, cette contribution est évidemment plus importante. Elle peut atteindre plus de la moitié des effets d'entraînement pour certains secteurs (tableau B). C'est le cas du textile-habillement, de la transformation des plastiques, de la construction électrique et électronique en Alsace, et de la fonderie-travail des métaux, de la construction navale et aéronautique en Haute-Normandie.

* Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie, p. 79.

Tableau A

Les marchés de la sous-traitance d'Alsace et de Haute-Normandie*

	Part de la sous-traitance reçue (en %)			Part de la sous-traitance confiée (en %)		
	de la région	des autres régions	de l'étranger	à la région	aux autres régions	à l'étranger
Alsace	32,4	48,8	18,8	45,5	38,7	15,8
Haute-Normandie	11,1	75,5	13,4	46,2	51,4	2,4

*Lecture : dans les enquêtes liaisons industrielles, le caractère de sous-traitance des relations était largement laissé à l'appréciation des entreprises. L'équilibre intra-régional entre sous-traitance reçue et confiée entre industriels a pu être réalisé sans grandes difficultés. Cela invite à supposer une assez grande homogénéité d'application entre les sous-traitants et les donneurs d'ordres.

Tableau B

La sous-traitance dans l'effet d'entraînement intra-régional**ALSACE**

Secteur	Effet d'entraînement intra-régional	
	global	dû à la soustraitance
Matériaux de construction, céramique	12	5
Construction électrique et électronique	8	4
Textile, habillement	7	4
Construction mécanique	8	3
Chimie de base	9	2
Cuir, chaussures	5	2
Fonderie, travail des métaux	9	1
Automobile, matériel de transport terrestre	3	1
Caoutchouc, plastiques	2	1
Ensemble de l'industrie	7	2

HAUTE-NORMANDIE

Secteur	Effet d'entraînement intra-régional	
	global	dû à la soustraitance
Construction navale et aéronautique	12	6
Fonderie, travail des métaux	5	3
Construction mécanique	5	2
Textile, habillement	4	2
Parachimie, ind. pharmaceutique	5	1
Ensemble de l'industrie	8	0,7

Tableau A

Les marchés de la sous-traitance d'Alsace et de Haute-Normandie*

	Part de la sous-traitance reçue (en %)			Part de la sous-traitance confiée (en %)		
	de la région	des autres régions	de l'étranger	à la région	aux autres régions	à l'étranger
Alsace	32,4	48,8	18,8	45,5	38,7	15,8
Haute-Normandie	11,1	75,5	13,4	46,2	51,4	2,4

*Lecture : dans les enquêtes liaisons industrielles, le caractère de sous-traitance des relations était largement laissé à l'appréciation des entreprises. L'équilibre intra-régional entre sous-traitance reçue et confiée entre industriels a pu être réalisé sans grandes difficultés. Cela invite à supposer une assez grande homogénéité d'application entre les sous-traitants et les donneurs d'ordres.

Tableau B

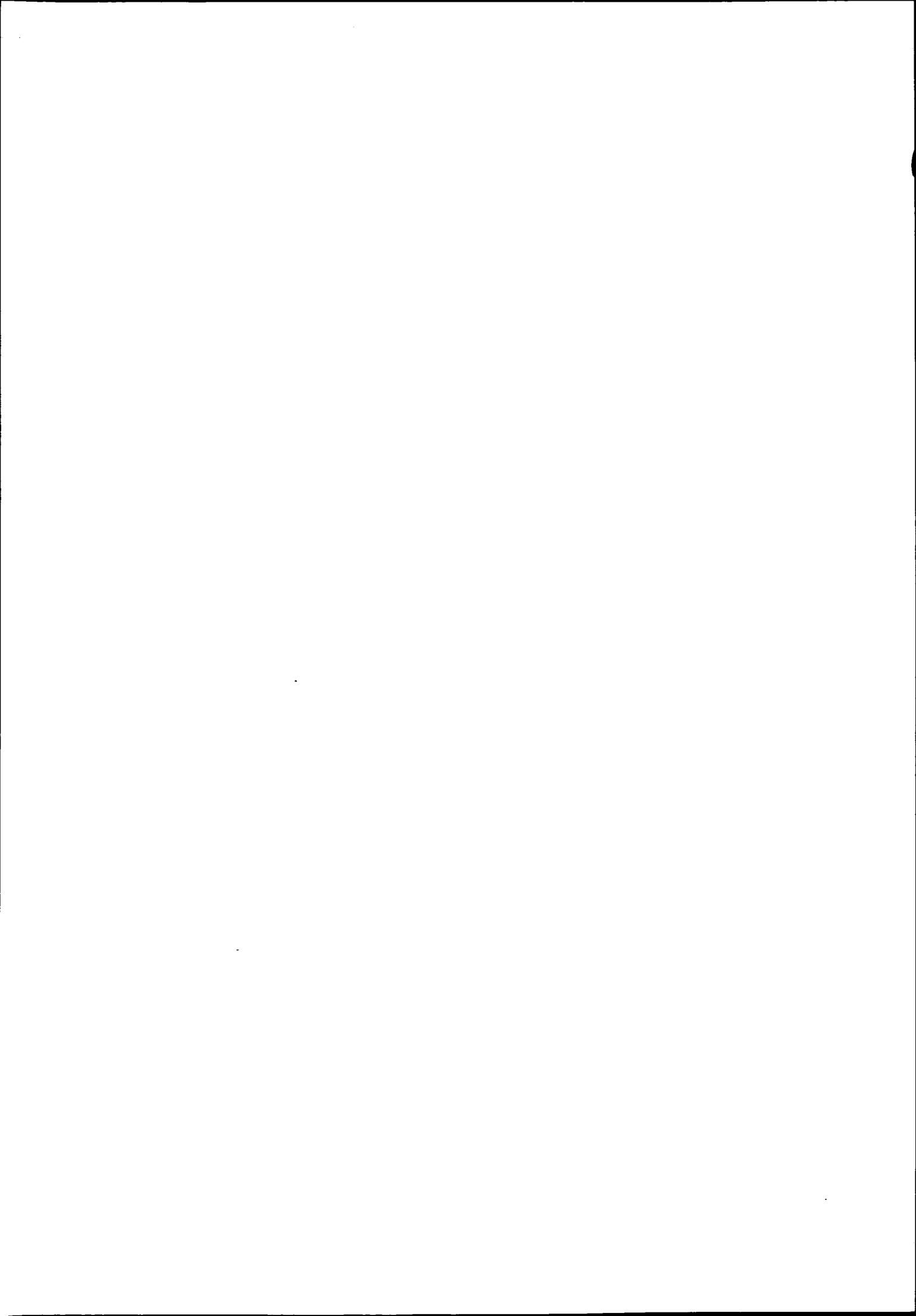
La sous-traitance dans l'effet d'entraînement intra-régional**ALSACE**

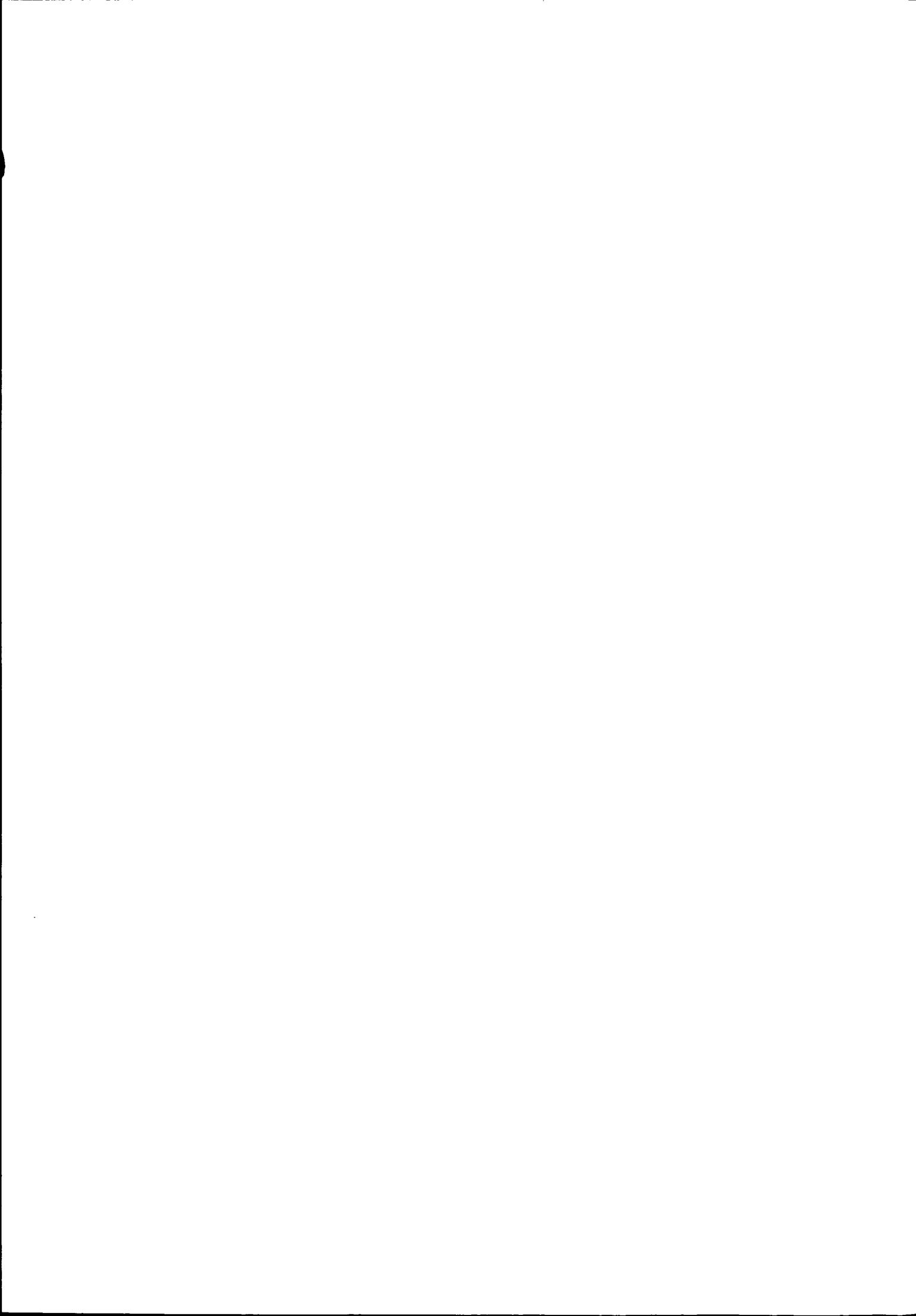
Secteur	Effet d'entraînement intra-régional	
	global	dû à la sous-traitance
Matériaux de construction, céramique	12	5
Construction électrique et électronique	8	4
Textile, habillement	7	4
Construction mécanique	8	3
Chimie de base	9	2
Cuir, chaussures	5	2
Fonderie, travail des métaux	9	1
Automobile, matériel de transport terrestre	3	1
Caoutchouc, plastiques	2	1
Ensemble de l'industrie	7	2

HAUTE-NORMANDIE

Secteur	Effet d'entraînement intra-régional	
	global	dû à la sous-traitance
Construction navale et aéronautique	12	6
Fonderie, travail des métaux	5	3
Construction mécanique	5	2
Textile, habillement	4	2
Parachimie, ind. pharmaceutique	5	1
Ensemble de l'industrie	8	0,7







**EXERCICE DE CONSTRUCTION
D'UN MODELE DE PREVISION A MOYEN TERME DE FLUX INTERREGIONAUX DE
MARCHANDISES A PARTIR D'UN CADRAGE MACRO-ECONOMIQUE SECTORIEL**

M. CALZADA CHRISTIAN (MELTT-DAEI-SES-DEE)

tél.: 01 40 81 16 58

télécopie: 01 40 81 17 71

e.mail: calzada@ac.min-equip.fr

Adresse:

MELTT - DAEI - SES - DEE

bureau 18 23

TOUR PASCAL B

92055 LA DEFENSE CEDEX

Il existe à ce jour peu d'expériences de modélisation régionale en France, alors même que ces travaux se sont multipliés à l'étranger, notamment aux Etats-Unis, ces vingt dernières années. Devant la fragilité de la comptabilité économique régionale française, peu d'expériences ont eu lieu, citons les modèles de projection tendancielle essentiellement de l'INSEE (modèle PRUDENT, Population (1978), modèle SPORE (1980, Emploi)), les modèles de simulation économique régionaux (« maquettes de développement » (1970-71), modèle SISIF (1984), modèle MODAN, Martinique (1987), modèle MODERE, La Réunion (1990)), et nationaux (modèles REGINA et SDR (VII^e Plan), modèle MDR (IX^e Plan)).

L'objectif recherché vise à concevoir un outil de simulation des flux interrégionaux de marchandises en tonnages (hors trafic intrarégional), sur le territoire français et avec l'étranger, susceptible de fournir des éléments de prévisions des flux de trafic à long terme (horizon 2015).

De fortes contraintes pèsent sur cet exercice: accessibilité à des données rétrospectives et prospectives fiables de variables macro-économiques régionales, pauvreté de l'information qualitative conjoncturelle régionale, ..., malgré tout les travaux avancent. L'exposé fera le point sur les données et techniques accessibles ainsi que l'actualité des travaux en cours.

**EXERCICE DE PREVISION A LONG TERME
DE FLUX INTER REGIONAUX DE MARCHANDISES
EN TONNAGES**

TIPOLOGIE DES « CLASSES DE MODELES » EXISTANTS

→ LES MODELES A PRIX FIXES

MODELES D'INTERACTION ET D'INTERDEPENDANCE
SPATIALE (GRAVITAIRE, ENTROPIQUES, ...)

LES MODELES INPUT-OUTPUT INTERREGIONAUX
(« IOO MODELS »)

→ LES MODELES A PRIX FLEXIBLES

MODELES D'EQUILIBRE DE PRIX SPATIAL
(« SPE MODELS »)

MODELES D'EQUILIBRE COMPTABLE GENERAL
INTER-REGIONAUX (« ICGE MODELS »)

→ LES APPROCHES DERIVEES

« DSPE MODELS »:
(Dispersed Spatial Price Equilibrium Models)

MODELES COMBINANT APPROCHE GRAVITAIRE ET
SPE,
MODELES ICGE OU SPE AVEC MATRICES I/O, ...

L'idéal: le recours à la classe des modèles input-output

1. APPLICATION DE L'APPROCHE I/O NATIONALE DE LEONTIEF
AU NIVEAU REGIONAL (ISARD - 1960)

2. HYPOTHESE D'ACCESSIBILITE à DES TEIR
(Tableaux d'Echanges Interindustriels Régionaux)

♣ METHODES DE REGIONALISATION DES DONNEES:

* METHODE DIRECTE via lancement d'enquêtes régionales
(coûteux, long et difficilement reproductible)

* METHODES INDIRECTES:

dériver statistiquement des TEIR sur la base du TEE
(méthode RAS de REGINA) - SENS ??

* METHODES MIXTES combinant les deux précédentes sur un échantillon
généralisable de régions:

cf. tables régionales input/output pour 20 régions italiennes -

IRPET, *Istituto Regionale per la Programmazione Economica della Toscana*
(1991) cohérentes avec les statistiques nationales d'ISTAT.

Expérimentations transports:

* Multi Regional Input-Output model (MRIO) - Italian Ministry of Transport,
General Directorate MCTC, E. CASCETTA - M. DI GANGI (1995).

* TOMM-2, CRT Montréal

- DE L'INTERREGIONAL AU MULTIREGIONAL
- MODELES I/O STATIQUES vs I/O DYNAMIQUES
- RECHERCHE D'INTEGRATION DES EXTERNALITES

3. EXTENSION DES MODELES I/O CLASSIQUES:

- MARCHE DE L'EMPLOI
- EFFETS REDISTRIBUTIFS
- ROLE DE L'OFFRE

4. MODELES I/O ET DERNIERS DEVELOPPEMENTS

- ERREURS DE MESURE
- COMPRENDRE LE DEVELOPPEMENT REGIONAL
- I/O ET MODELES CGE (Equilibre Général Calculable)

QUATRE DIMENSIONS

T (1975-95) x P (CHAPITRES NST. (11)) x REGIONS (21) x PAYS (Ø) ≈ 4851

UN EXERCICE CONTRAINT

*** PREVISIONS ANNUELLES DE LONG TERME (2015)**

*** S'APPUYER SUR DES SCENARIOS DE CADRAGE SECTORIEL MACRO-ECONOMIQUES**

⇒ FRANCE ENTIERE: PREVISIONS DU MODELE DIVA-SECTEURS =
MODELE SIMPLE DE VENTILATION DE L'EQUILIBRE RESSOURCES-EMPLOIS:
($CF_k + EXP_k + INV_k + \sum_i CI_{k,t} = PRODEFF_k + IMP_k + Mc_k$)

⇒ PREVISIONS DU MODELE DIVA-REGIONS =
FOURNIT DES PREVISIONS DE L'EMPLOI SECTORIEL REGIONAL, PIB
REGIONAUX; TAUX DE CHOMAGE

$EMPLOI_{ikt} = \alpha + \beta * T + \chi * EMPLOI_{kt} + \delta * EMPLOI_{i,t}$
(spécification intra-régionale)

*** ANALYSE DES TONNAGES**

*** OPTIQUE OFFRE**

*** INTEGRER UNE LOGIQUE DESCENDANTE:**
MODELES OEST/SES NATIONAUX - MODELES REGIONAUX

*** EXERCICE PLURIMODAL**

*** DIFFICULTES:**

- SERIE TEMPORELLE LIMITEE

- DECONNEXION SECTORIELLE

- DE LA PRISE EN COMPTE DE L'ORGANISATION PRODUCTIVE:
PROBLEMES DES ALLERS-RETOURS INTERSECTORIELS MULTIPLES

- HISTORIQUE DES CHOCS CONJONCTURELS REGIONAUX ...

DESCRIPTION SCHEMATIQUE

VOLET EMISSIONS REGIONALES ($Y_{t,k,i}$)

$$Y_{t,k,i} = f(\text{PRODEFF}_{t,k} \text{ ou } \text{CIBT}_{t,k} ; T)$$

VOLET RECEPTIONS REGIONALES ($Y_{t,k,j}$)

$$Y_{t,k,j} = f(\text{VARIABLES REGIONALES}^* \\ f(\text{VAR}_{t,k} ; \text{EMPR}_{t,k} ; \text{POPR}_t ; \text{RDBR}_t ; \dots))$$

VOLET IMPORTATIONS REGIONALES ($Y_{t,k,h}$)

$$Y_{t,k,h} = f(\text{VAR}_{t,k} ; \text{EMPR}_{t,k} ; \text{POPR}_t ; \text{RDBR}_t ; \dots)$$

MODELE A ERREURS COMPOSEES

VOLET EXPORTATIONS REGIONALES ($Y_{t,k,h}$)

$$Y_{t,k,h} = \\ f(\text{INDICATEUR DE DEMANDE MONDIALE}_k, \text{COMPETR}_k)$$

pour 4 grandes branches
spécification en termes de demande, avec:

- **INDICATEUR DE DEMANDE MONDIALE_k** =
PIB ou DEMANDE D'IMPORTATIONS DES PAYS CLIENTS
- **COMPETR_k** = INDICATEUR DE COMPETITIVITE-PRIX
REGIONALE A L'EXPORTATION

MODULE REGIONAL COMPLET:

MODELE D'INTERACTION SPATIALE DYNAMIQUE SOUS DOUBLE CONTRAINTE

$$Y_{t,k,i,j,h} = f(Y^*_{t,k,i} ; Y^*_{t,k,j} ; Y^*_{t,k,h} ; Y^*_{t,k,h} ; F_t)$$

F_t : *facteur d'interaction spatiale*



PREMIERS PAS EN MODELISATION REGIONALE*

Christian CALZADA,
Michel STENTA (CER)

Ces premiers travaux de prévisions régionales initiés par l'OEST, s'intégreront dans le bloc régional du programme SAM (Système d'Analyse de Marchandises) de l'INRETS.

Le pourquoi et le comment

L'objectif de ce travail est de concevoir un outil de simulation des flux interrégionaux de marchandises en tonnages (hors trafic intrarégional), sur le territoire français et avec l'étranger, susceptible de fournir des éléments de prévisions des flux de trafic à long terme (horizon 2015).

De nombreuses contraintes

Un tel modèle devait recourir, si l'information statistique régionale sur les TEIR (Tableaux d'Echanges Interindustriels Régionaux) avait été disponible, à une spécification du type modèle de input-output interrégional. Malheureusement à l'exception de quelques expériences localisées (modèle SISIF [BOURDON]) l'information pour l'ensemble des régions n'existe pas.

Cet outil nécessite bien entendu en input des prévisions régionalisées cohérentes avec les scénarios macroéconomiques élaborées au niveau national. Côté disponibilité de prévisions régionales à moyen terme, elles sont fournies par la société BIPE Conseil sous la forme de projections d'emploi en 40 secteurs, de PIB et de chômage régionaux pour chacune des 22 régions à un horizon compris entre 5 et 20 ans [modèle DIVA-REGIONS]. Signalons aussi que la Division Statistiques et Etudes régionales de l'INSEE réalise, grâce au modèle OMPHALE, des projections de population régionale et départementale à un l'horizon 2020.

Afin de s'abstraire des problèmes inhérents à l'utilisation de toute donnée régionale (changement de nomenclatures (NAP - NAF), qualité et rupture des séries, fiabilité des prévisions ...) nous avons cherché à développer un exercice de prévision qui puisse s'appuyer, en amont, sur des prévisions d'agrégats nationaux plus fiables, domaine où il existe une concurrence entre instituts, en s'appuyant de surcroît sur l'expérience acquise par l'OEST en matière de prévisions nationales.

Première étape : l'estimation des flux régionaux sortants

La première étape du programme d'analyse a concerné les expéditions totales régionales par produit (tous modes) de marchandises en tonnes sur le territoire français, hors donc les flux intra-régionaux. Notons qu'en l'état actuel du système d'information, une partie des expéditions de produits vers ou en provenance de l'étranger est comptabilisée comme trafic intérieur dans les fichiers TRM et VNF¹.

En raison de problèmes de pondérations et de champs, les séries annuelles de 1971 à 1974 n'ont pu être pour le moment utilisées.

La spécification log-log des équations est de type « top-down », elle suit une logique d'« offre » qui met en relation l'évolution des flux régionaux sortants par produits (en tonnages) avec celle de la production effective ou de la consommation intermédiaire de la branche associée au niveau national (évaluée en francs constants) sur la période 1975-93.

*Ce travail a été réalisé en coopération avec M. le Professeur Maurice CATIN du Centre d'Economie Régionale de l'Université d'Aix et l'appui technique de l'équipe SITRAM.

¹ TRM : Transports Routiers de Marchandises - VNF : Voies Navigables de France.

RÉGIONS

Premiers résultats

Dans l'ensemble, les tests économétriques apparaissent relativement satisfaisants et permettent de valider l'optique « offre ».

Reste un certain nombre de facteurs qui ont pesé sur l'analyse :

- une définition des trafics intérieurs qui suit les camions et non pas les marchandises,
- une mauvaise prise en compte de l'organisation productive (problème des allers-retours intersectoriels multiples),
- une spécialisation géographique très marquée qui est susceptible de déconnecter les variables de trafic régional des indicateurs de production sectorielle nationale,
- une articulation délicate entre les nomenclatures de l'INSEE (NAP 40) et la NST,
- l'utilisation de séries chronologiques annuelles couvrant une période relativement courte, limite l'analyse de la relation trafic-production,
- l'absence d'historique des chocs conjoncturels régionaux transports.

Malgré ces limites les travaux théoriques et pratiques continuent sur l'analyse des flux entrants, des exportations et importations régionales et des flux interrégionaux.

Exemple d'approche sectorielle : les flux à l'émission de la région Rhône Alpes

Chapitres NST	Part moyenne 1975-93 en %	Ecart-type	TAMC 1975-93 en %
0	7,2	0,7	2,8
1	18,1	2,8	3,7
2	0,7	0,5	-9,7
3	11,6	1,1	2,4
4a-5a	4	1	-2,5
4b-5b	1,4	0,3	0,3
6b-8c	12,6	1,3	-0,04
9a	2	0,5	3,5
9b	4,5	0,5	0,8
9c	2,5	0,3	3,6
9d	20,2	1,3	2
TOTAL			1,4

Spécifications

$LE0 = 1,54*LCIBT20 + 0,07$ (3,81) (1,6)	$R^2 = 0,46; DW = 1,97$
$LE1 = 2,94*LPEBU02 + 0,19*Z7576 - 0,19$ (21,7) (4,93) (-7,87)	$R^2 = 0,97; DW = 2,06$
$LE2 = 4,57*LPEBT04 + 2,08*Z7893 + 0,22$ (6,98) (5,74) (1,40)	$R^2 = 0,76; DW = 1,25$
$LE3 = 0,06*T + 0,04$ (4,32) (1,00)	$R^2 = 0,52; DW = 1,25$
$LE4a5a = -0,013*T + 0,79*LPEBT07 - 0,32*Z85 - 0,02$ (-1,99) (2,35) (-3,26) (-0,39)	$R^2 = 0,80; DW = 2,23$
$LE4b5b = 0,04*T - 0,24*LPEBT08 - 0,09$ (10,71) (-1,41) (-1,81)	$R^2 = 0,94; DW = 1,27$
$LE6a = 0,54*LPEBT09 + 0,29*Z75 + 0,22*Z82 + 0,3*Z86 - 0,29$ (1,30) (2,64) (1,97) (2,58) (-9,57)	$R^2 = 0,54; DW = 1,58$
$LE6b8c = 0,34*LOEBT11 - 0,13*Z87 - 0,03*T8993 - 0,014$ (2,71) (-2,74) (-3,61) (-0,4)	$R^2 = 0,71; DW = 1,85$
$LE9a = 2,14*LPET16 - 0,47*Z76 + 0,01$ (7,07) (-3,15) (0,17)	$R^2 = 0,82; DW = 1,77$
$LE9b = 1,23*LPEBT13 - 0,23*Z76 - 0,016$ (5,62) (-3,18) (-0,65)	$R^2 = 0,71; DW = 1,85$
$LE9c = 1,42*LPEBT10 - 0,075$ (4,33) (-1,00)	$R^2 = 0,52; DW = 2,22$
$LE9d = 1,45*LPEBU06 - 0,01$ (9,01) (-0,39)	$R^2 = 0,89; DW = 1,61$

$LET = 0,57*LPEBU02 + 0,49*CIBT24 - 0,007$ (4,63) (4,47) (-0,36)	$R^2 = 0,92; DW = 2,15$
---	-------------------------

RÉGIONS

Les équations ont été estimées par la méthode classique des MCO.

T de student entre parenthèses.

PEBT : production effective en francs constants de la branche en NAP 40 (cf. Nomenclature INSEE).

CIBT : consommation intermédiaire en francs constants de la branche en NAP 40 (cf. Nomenclature INSEE).

DW : statistique de Durbin Watson.

Z suivi d'une ou plusieurs années désigne une variable booléenne prenant la valeur 1 pour cette année et 0 ailleurs.

T est une variable tendancielle affectant soit la totalité de la période soit une sous-période.

En résumé le trafic sortant (hors intrarégional) de marchandises de la région Rhône-Alpes affiche une tendance à la hausse notamment à partir de 1984 où la croissance apparaît particulièrement soutenue pour les IAA et les biens de consommation courante.

Les équations sectorielles sont dans l'ensemble satisfaisantes à l'exception de celles concernant notamment les trafics de matériaux de construction qui présentent d'importantes fluctuations déconnectées des conditions de production locale. On remarquera en outre un contraste entre la croissance du trafic de produits pétroliers et la baisse de la valeur ajoutée régionale dans ce secteur.

1975-1993	OBSERVE	OBSERVE	PRODUIT	PART. MOYENNE	EVOLUTION	EVOLUTION
	SIMULE	SIMULE	DOMINANT	(1) / TOTAL	75-93	75-93
	SECTEURS	GLOBAL	(1)	%	DOMINANT	TOTAL
	R ²	R ²			T-AMC (%)	T-AMC (%)
CHAMPAGNE ARDENNES	0,90	0,84	NST 0	-23,41	3,04	(+ 1,35)
CENTRE	0,91	0,91	NST 0	-32,17	1,78	(+ 1,99)
BASSE-NORMANDIE	0,87	0,86	NST 1	-28,60	0,99	(+ 1,32)
BRETAGNE	0,87	0,93	NST 1	-41,09	5,19	(+ 3,22)
AQUITAINE	0,91	0,61	NST 1	-19,56	2,70	(- 0,04)
LANGUEDOC-ROUSILLON	0,72	0,76	NST 1	-26,46	-0,54	(+ 0,49)
PACA-CORSE	0,77	0,89	NST 3	-16,12	-1,60	(+ 0,40)
NORD	0,62	0,88	NST 5A	-18,12	-2,23	(- 0,79)
PICARDIE	0,79	0,91	NST 6A	-27,39	0,40	(+ 0,88)
HAUTE-NORMANDIE	0,90	0,93	NST 6A	-24,37	-2,15	(- 0,85)
BOURGOGNE	0,85	0,67	NST 6A	-26,18	0,36	(+ 1,36)
LORRAINE	0,94	0,91	NST 6A	-20,17	-5,60	(- 2,51)
FRANCHE-COMTE	0,88	0,74	NST 6A	-22,42	4,30	(+ 2,46)
PAYS DE LOIRE	0,83	0,83	NST 6A	-27,49	-1,87	(+ 1,51)
POITOU-CHARENTES	0,90	0,89	NST 6A	-43,98	-0,53	(+ 1,65)
MIDI-PYRENEES	0,68	-	NST 6A	-23,03	0,08	(+ 0,75)
AUVERGNE	0,89	0,77	NST 6A	-23,50	-1,86	(+ 1,04)
ALSACE	0,91	0,82	NST 7	-20,80	-3,30	(+ 1,21)
ILE DE FRANCE	0,83	0,88	NST 9D	-24,01	2,17	(+ 0,68)
LIMOUSIN	0,74	0,53	NST 9D	-29,51	1,79	(+ 1,93)
RHÔNE-ALPES	0,95	0,92	NST 9D	-20,21	1,97	(+ 1,38)
FRANCE	-	0,94	NST 6A	-21,11	-0,78	(+ 0,58)

TAMC : Taux Annuel Moyen de Croissance,
 NST 0 (produits agricoles et animaux vivants),
 NST 1 (denrées alimentaires et fourrages),
 NST 3 (produits pétroliers),
 NST 5A (produits métallurgiques ferreux),
 NST 6A (minéraux bruts ou manufacturés et matériaux de constructions),
 NST 7 (engrais),
 NST 9D (autres articles manufacturés).

Deux approches ont été développées :

- l'approche simulée «globalisante» : estimation d'une seule équation régionale tous produits transportés.

- l'approche simulée «sectorielle» : une équation par groupe de produit transporté par région.

UN PEU D'HISTOIRE

Il existe à ce jour peu d'expériences françaises de modèles régionaux appliqués à tout l'espace français, citons quand même :

* dans un cadre dynamique

- le modèle REGINA [COURBIS, POMMIER, années 70] et ses dérivés REGIS, REGILINK, constituent un modèle d'analyse dynamique des interdépendances régionales-nationales, appartenant à la classe des modèles dits input-output (« IOO models »).

Elaboré dans la perspective du VII^{ème} Plan, ce modèle statistique régional-national interdépendant fermé permettait d'appréhender les interdépendances sectorielles liées à la fois aux échanges commerciaux et à la mobilité des facteurs, en outre il introduisait une distinction entre les activités à localisation contrainte (par un marché ou un facteur de production) et les activités à localisation réduite (conditionnées par le comportement d'investissement des entreprises multirégionales). Il a nécessité l'élaboration de TEIR (Tableaux d'Echanges Interindustriels Régionaux en cinq régions) et d'un TEE (Tableau Economique d'Ensemble) régionalisé.

- SDR (« Simulation du développement Régional ») outil développé par l'INSEE pour l'élaboration du VII^{ème} Plan, est un modèle d'analyse à moyen terme du fonctionnement des marchés locaux du travail, sur la base d'un découpage des régions françaises en bassins d'emploi.

- MDR (« Macro-économique Dynamique Régional ») [CATIN, années 80] : ce modèle, fruit de la collaboration entre l'INSEE et le Centre d'Economie Régionale dans le cadre d'une action prioritaire du IX^{ème} Plan, fait partie des modèles macrodynamiques multi-régionaux.

Il s'agit en fait d'un mini-modèle de simulation par blocs (secteurs basiques / non basiques) à court-moyen terme (à cheminement semestriel) comprenant vingt et un modèles mono-régionaux spécifiques, connectés à un modèle national de référence.

Modèle conjoncturel de demande, sans sectorialisation fine, avec des relations interrégionales sont seulement appréhendées globalement à travers des relations dites « top-down » nationales-régionales, il permet d'évaluer à la fois l'impact de la conjoncture nationale et celui des politiques macroéconomiques nationales sur le niveau de la conjoncture régionale.

Ce modèle a servi entre autres choses à la formulation et à l'évaluation de multiplicateurs statiques et dynamiques régionaux d'emploi et de revenu.

* dans un cadre statique

- REFLET (« Répartition des Flux Estimés Transports ») [A. GAUDEFROY, 1995], est un modèle de type gravitaire généralisé, estimé pour la seule année 1992 à partir des flux TRM-SITRAM interdépartementaux métropolitains des produits : manufacturés, agro-alimentaire, BTP et autres. Cet outil comprend trois modules: un module « conductances » (fonctions du temps de transport hors temps de repos par groupes de produits), un module « estimation des flux » (basé sur des facteurs d'émission (emplois industriels) et de d'attraction (population)), un module « contrôle » (calage des matrices obtenues sur données extérieures : enquêtes OD, comptages, ...).



A LIRE AUSSI

* « Espace et Dynamiques territoriales », textes rassemblés et présentés par Pierre-Henri DERYCKE, Bibliothèque de Science Régionale, Economica, 1992, voir en particulier l'article de M. CATIN, intitulé « la modélisation régionale ».

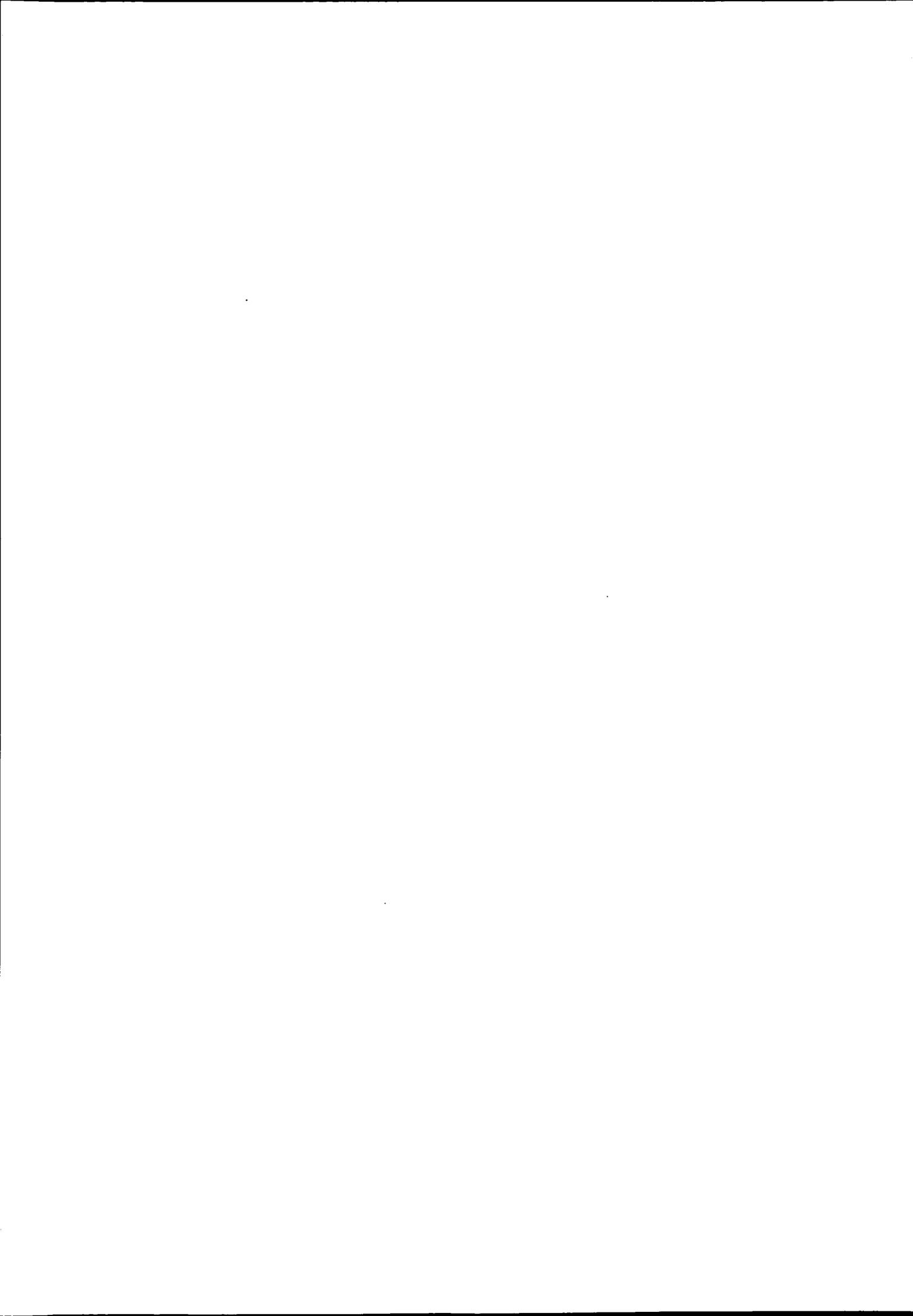
* « Le modèle MDR: mise au point et utilisation d'un modèle de conjoncture et de moyen terme des régions françaises », M. CATIN, rapport final du Centre d'Economie Régionale - INSEE - Commissariat Général du Plan, mars 1992.

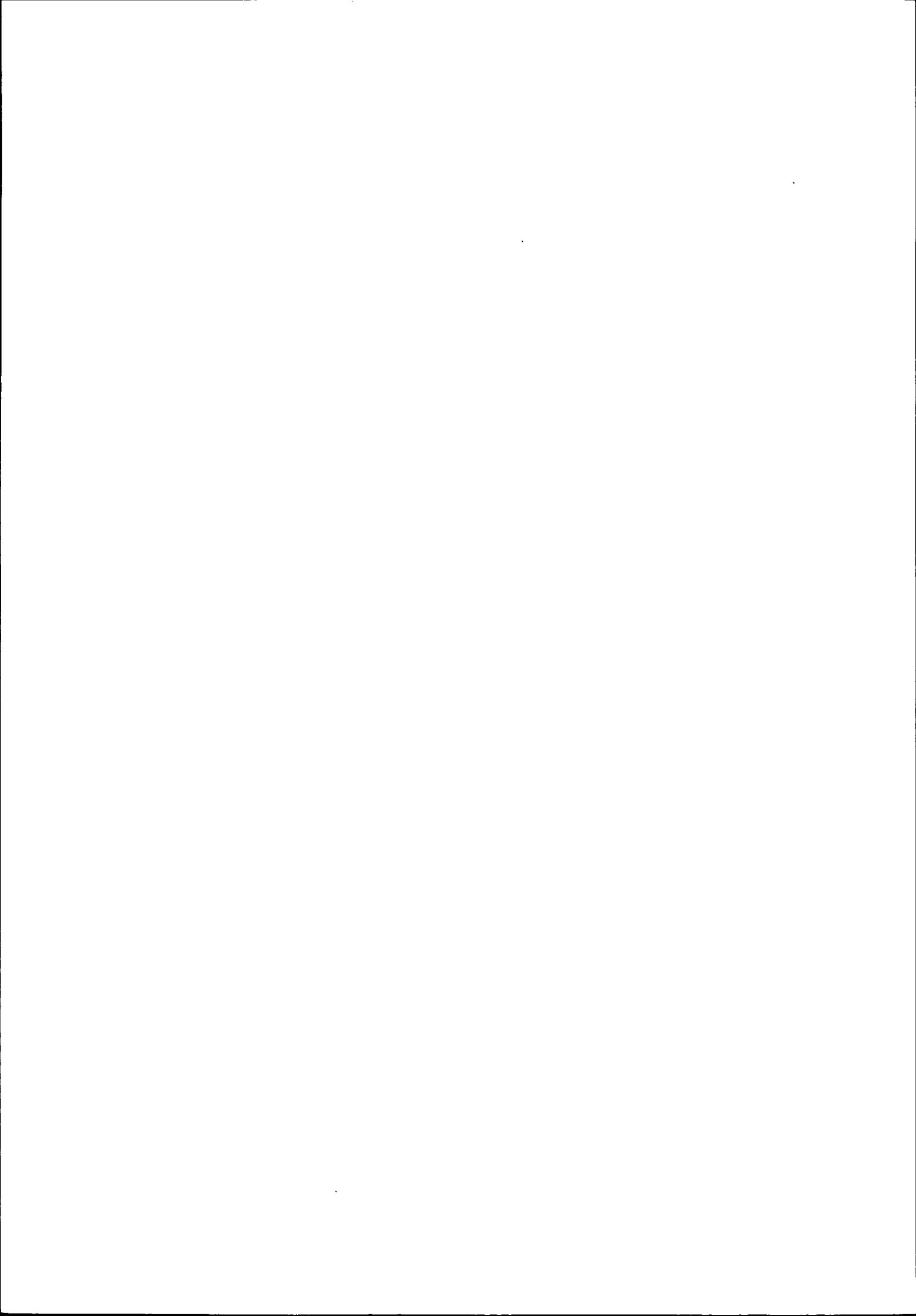
* « Performances à l'exportation, structures de production et niveaux de développement des régions », M. CATIN, Revue d'Economie Régionale et Urbaine, n°4, 1993.

* « Le modèle REGINA, modèle de développement national, régional et urbain de l'économie française », R. COURBIS, Economie Appliquée, tome 28, n°2-3, 1975.

* « Modèle REFLET », A. GAUDEFROY, Bulletin n°2, ORT Pays de Loire, fiche B, novembre 1994.







POINT SUR LA MODELISATION DES FLUX REGIONAUX D'IMPORTATIONS DE MARCHANDISES: APPORT DE L'ECONOMETRIE DES DONNEES DE PANEL

M. HAMMADOU Hakim (CESURE-USTL)

M. JAYET Hubert (CESURE-USTL)

tél.: 03 20 43 65 98

télécopie: 03 20 43 48 33

e.mail: jayet@pop.univ-lille1.fr

Adresse:

FACULTE DE SCIENCES ECONOMIQUES ET SOCIALES

U.S.T.L.

C.E.S.U.R.E.

59 655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

Cette étude s'intègre dans le cadre d'une réflexion conjointe du Département des Etudes Economiques du SES et du Département Economie et Sociologie des Transports de L'INRETS, programme de recherche SAM (Système d'Analyse des Marchandises).

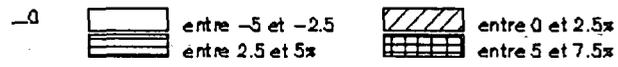
Elle a pour objet la modélisation à l'horizon 2015 des flux régionaux d'importations de marchandises en volume physique par classes NST, sur la base de prévisions régionalisées d'emploi par branche de la NAP40 (INSEE).

L'économétrie spatiale nous a permis de montrer qu'il n'existait pas d'autocorrélation et d'autorégression spatiales, autrement dit que les flux d'importations d'un secteur donné dans une région ne conditionnaient pas les flux d'importations de ce même secteur pour des régions contiguës.

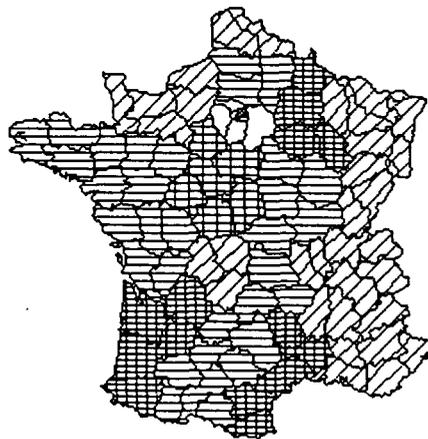
L'usage de l'économétrie des variables de panels s'est révélée tout à fait appropriée aux données utilisées et plus particulièrement l'estimation à l'aide d'un modèle à erreurs composées; ce modèle permettant de tenir compte des phénomènes propres à chaque région.

Divers types de spécifications ont été testés, la spécification retenue est celle en variable par tête, elle permet de mieux intégrer les phénomènes conjoncturels. Des résultats de projections à l'horizon 2015 concernant un secteur spécifique seront présentés.

Produits agricoles
taem 1992-2015



Agro-Alimentaire
taem 1992-2015



Produits ferreux
taem 1992-2015



-45A  entre -5 et -2.5  entre -2.5 et 0x  entre 0 et 2.5x

Produits non ferreux
taem 1992-2015

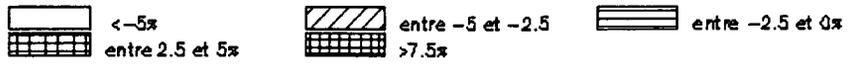


-45B  <-5x  entre 0 et 2.5x  entre -5 et -2.5  entre 2.5 et 5x  entre -2.5 et 0x

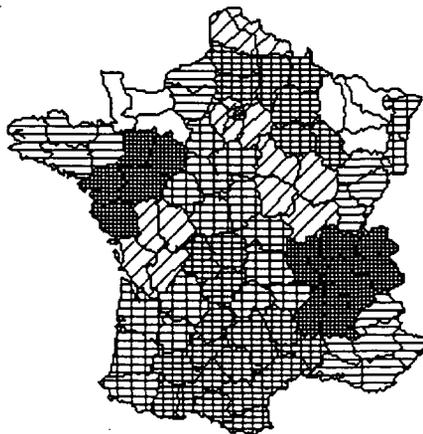
Combustibles minéraux solides
tcm 1992-2015



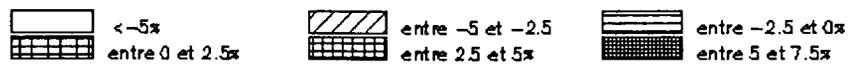
_2



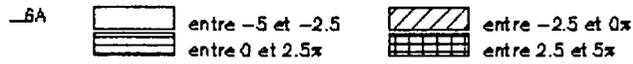
Produits pétroliers
tcm 1992-2015



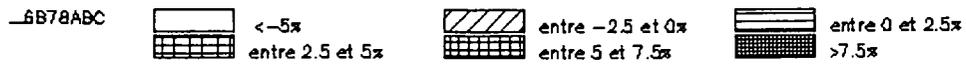
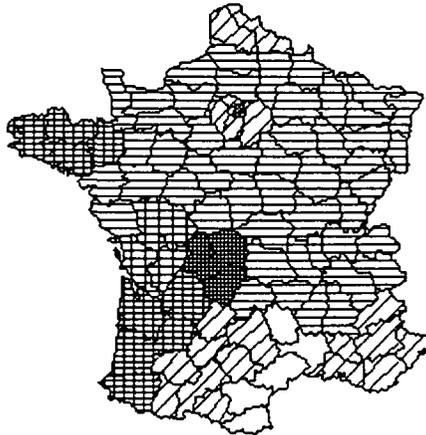
_3AB



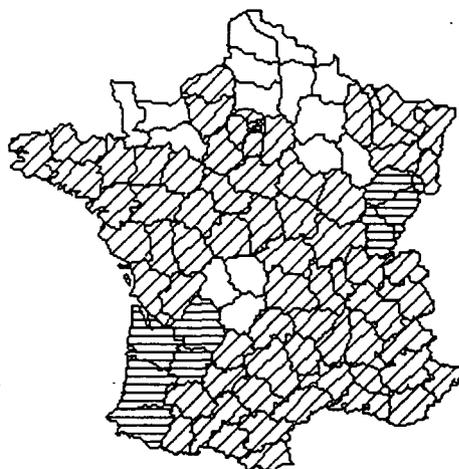
Minéraux bruts ou manufactures et matériaux de construction
 tcm 1992-2015



Produits chimiques
 tcm 1992-2015



Materiel de transport et matériel agricole
tadm 1992-2015



_9A  entre -2.5 et 0%  entre 0 et 2.5%  entre 2.5 et 5%

Machines et articles métalliques
tadm 1992-2015



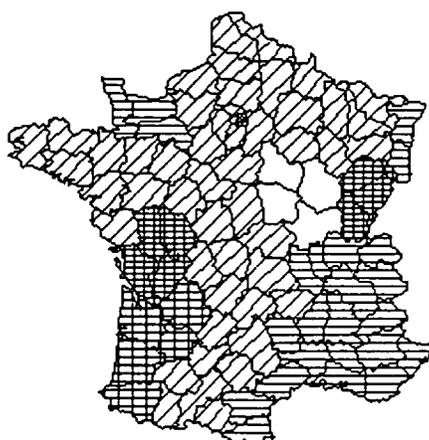
_9B  entre -2.5 et 0%  entre 0 et 2.5%

Verre, faïence, porcelaine
taem 1992-2015



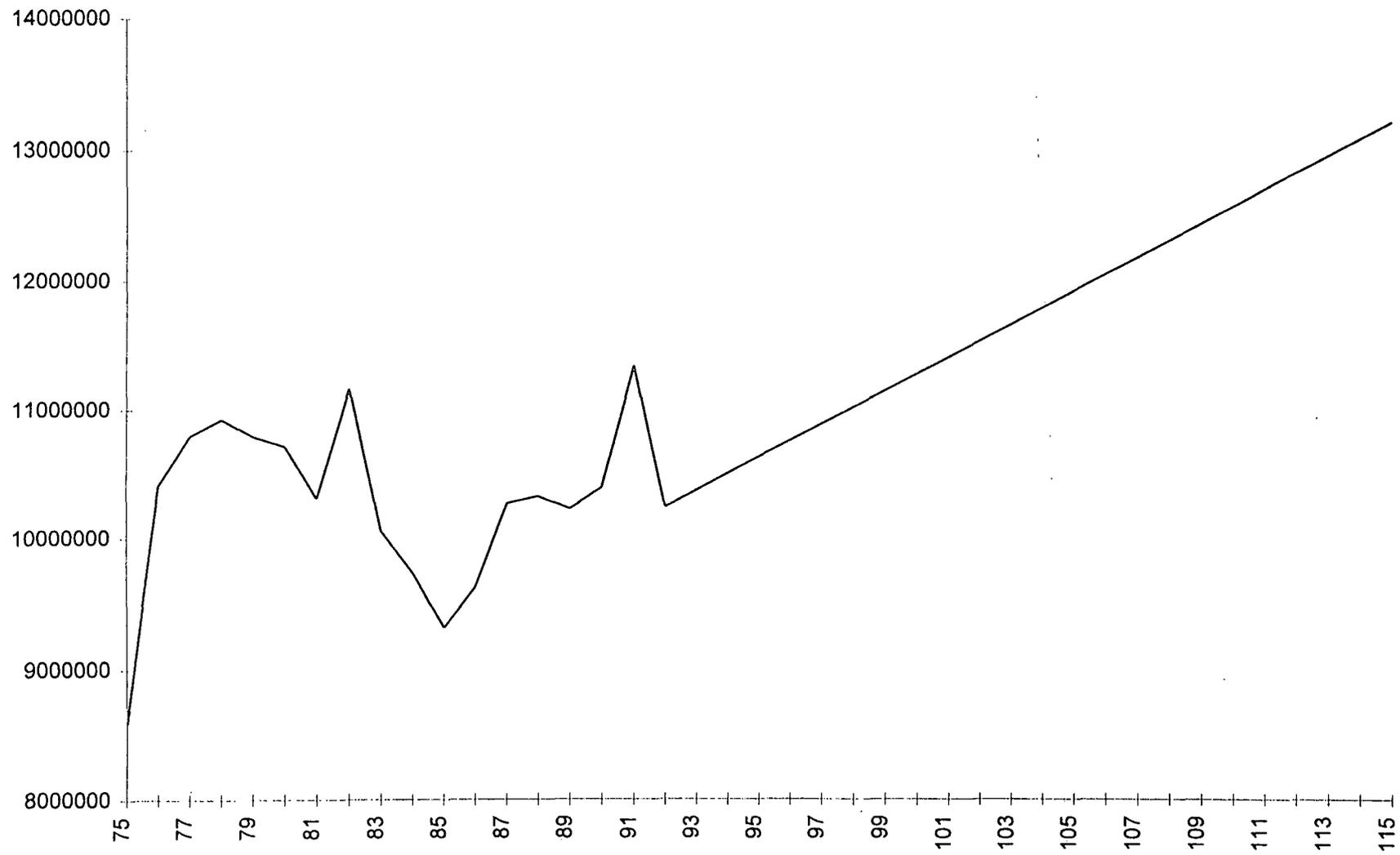
-9C entre -2.5 et 0% entre 0 et 2.5%

Autres articles manufacturés
taem 1992-2015

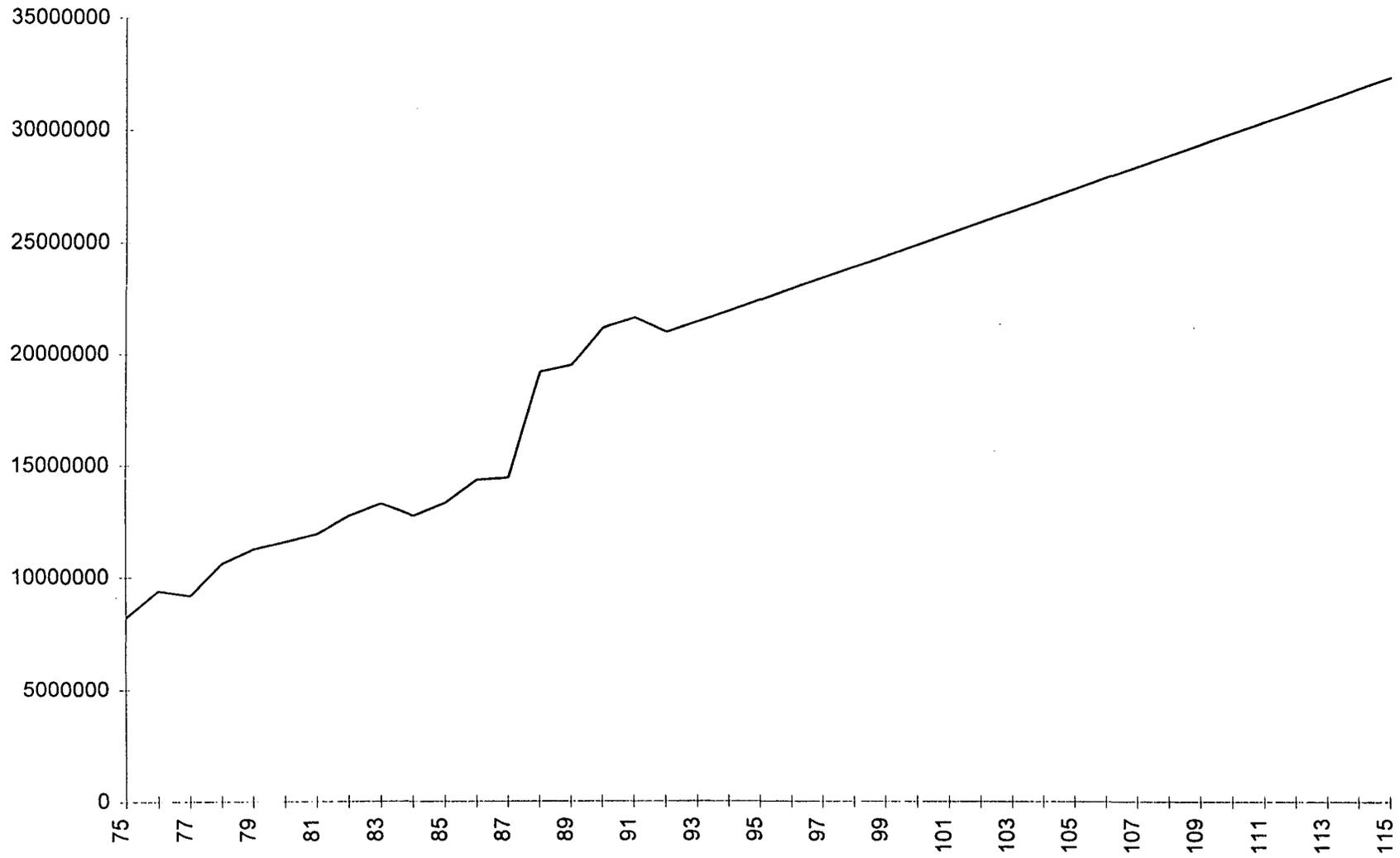


-9D entre -2.5 et 0% entre 0 et 2.5% entre 2.5 et 5% >7.5% entre 5 et 7.5%

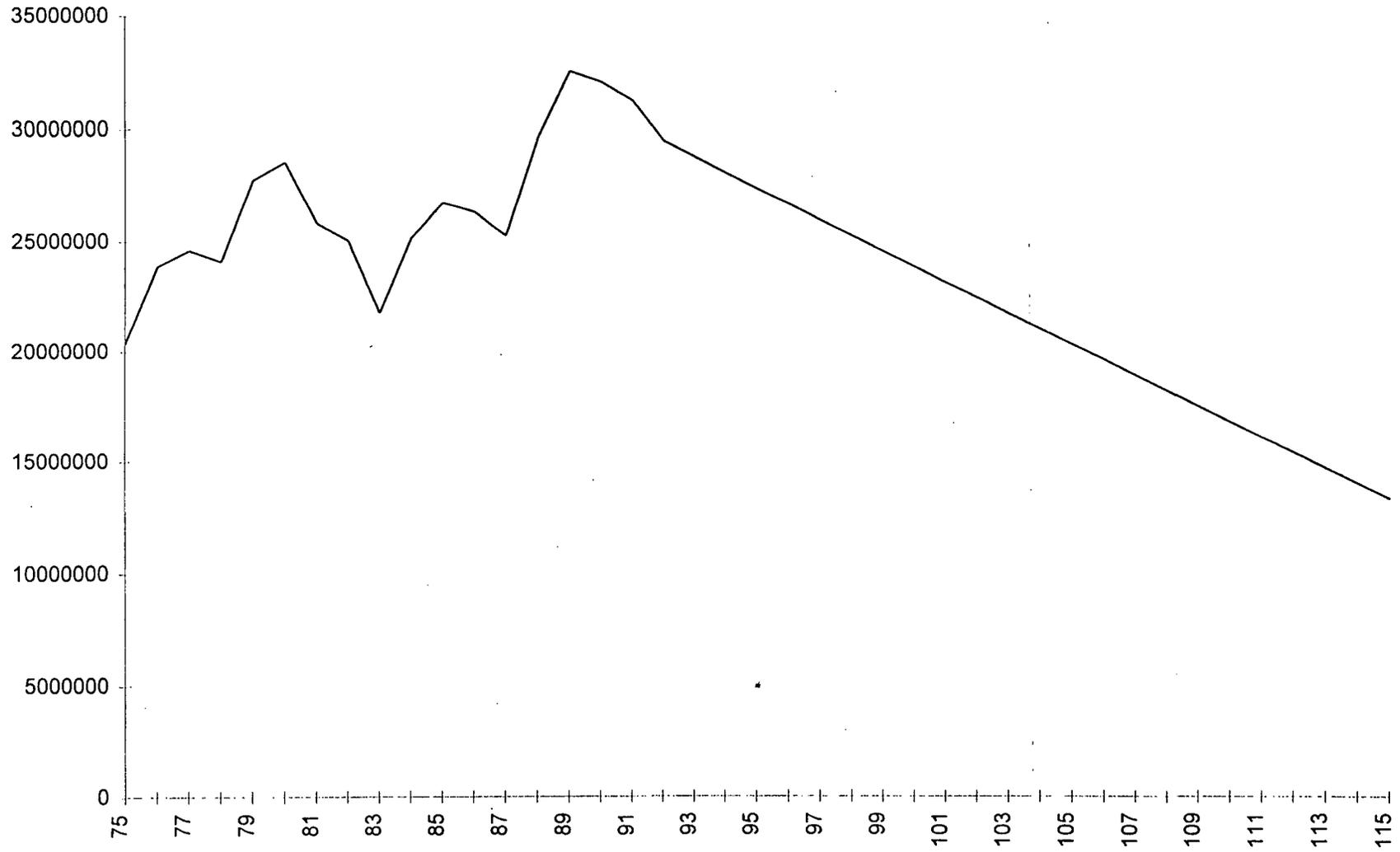
evolution des importations de produits agricoles



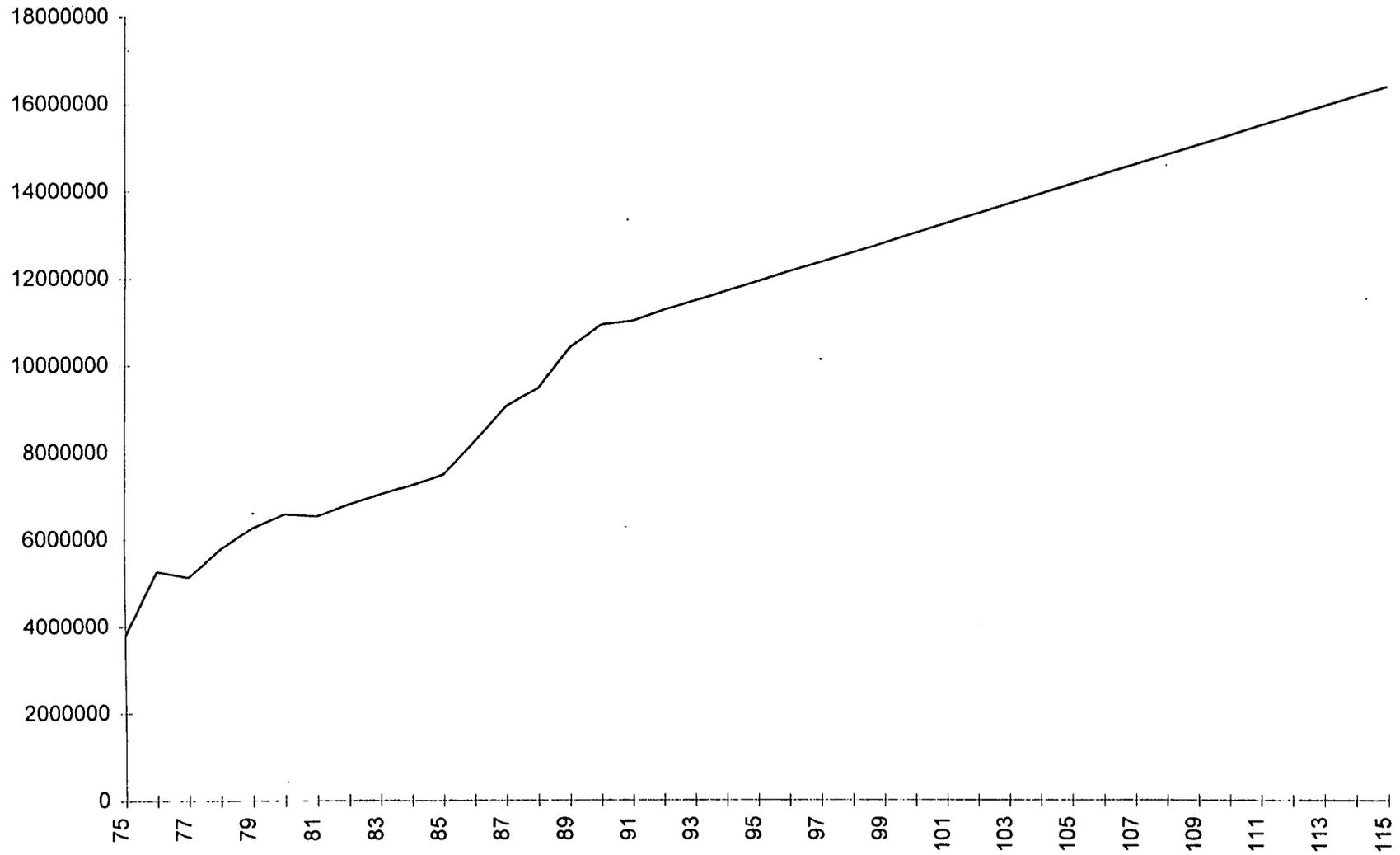
evolution des importation de l'Agro-limentaire



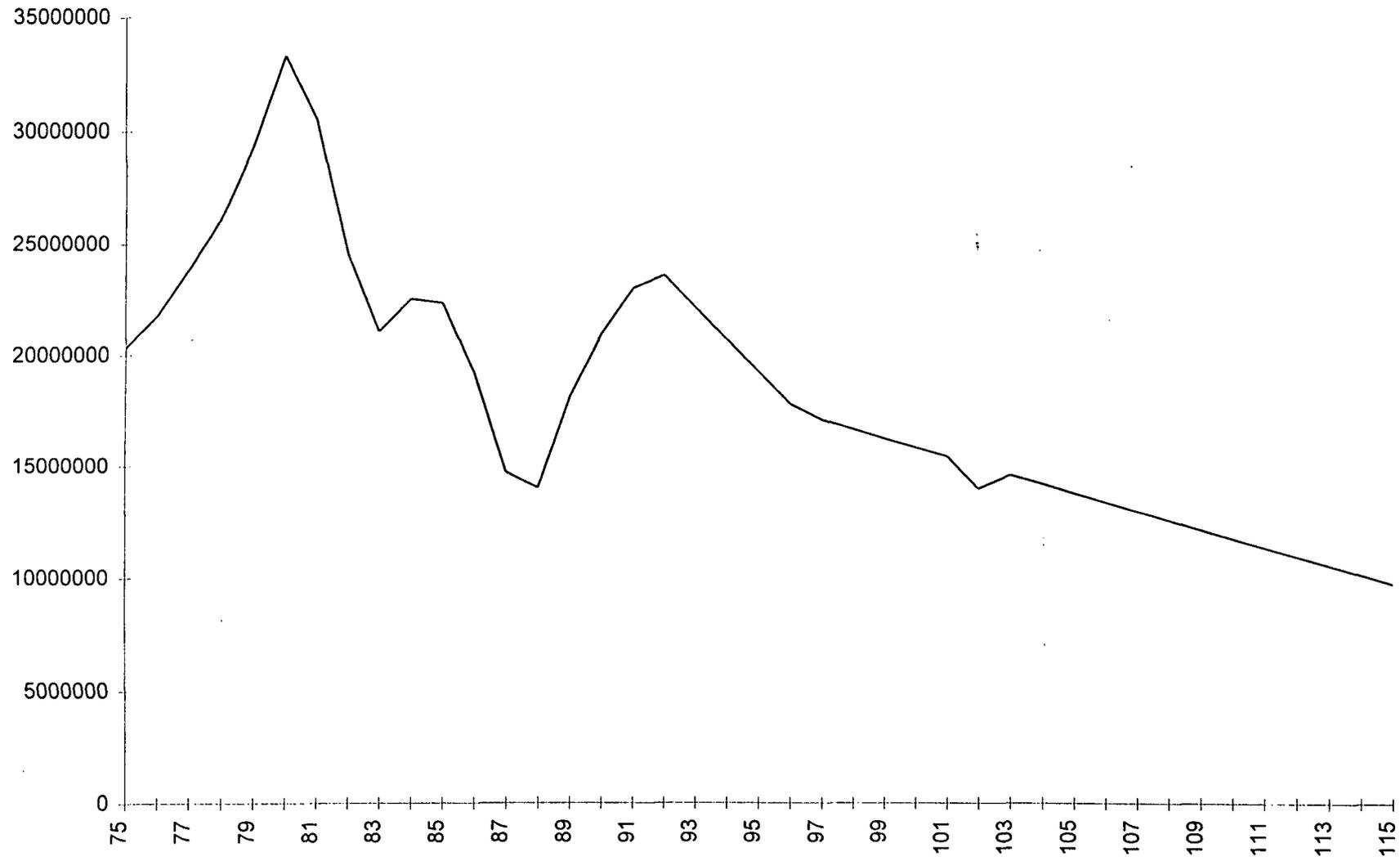
Evolution des importations de produits ferreux



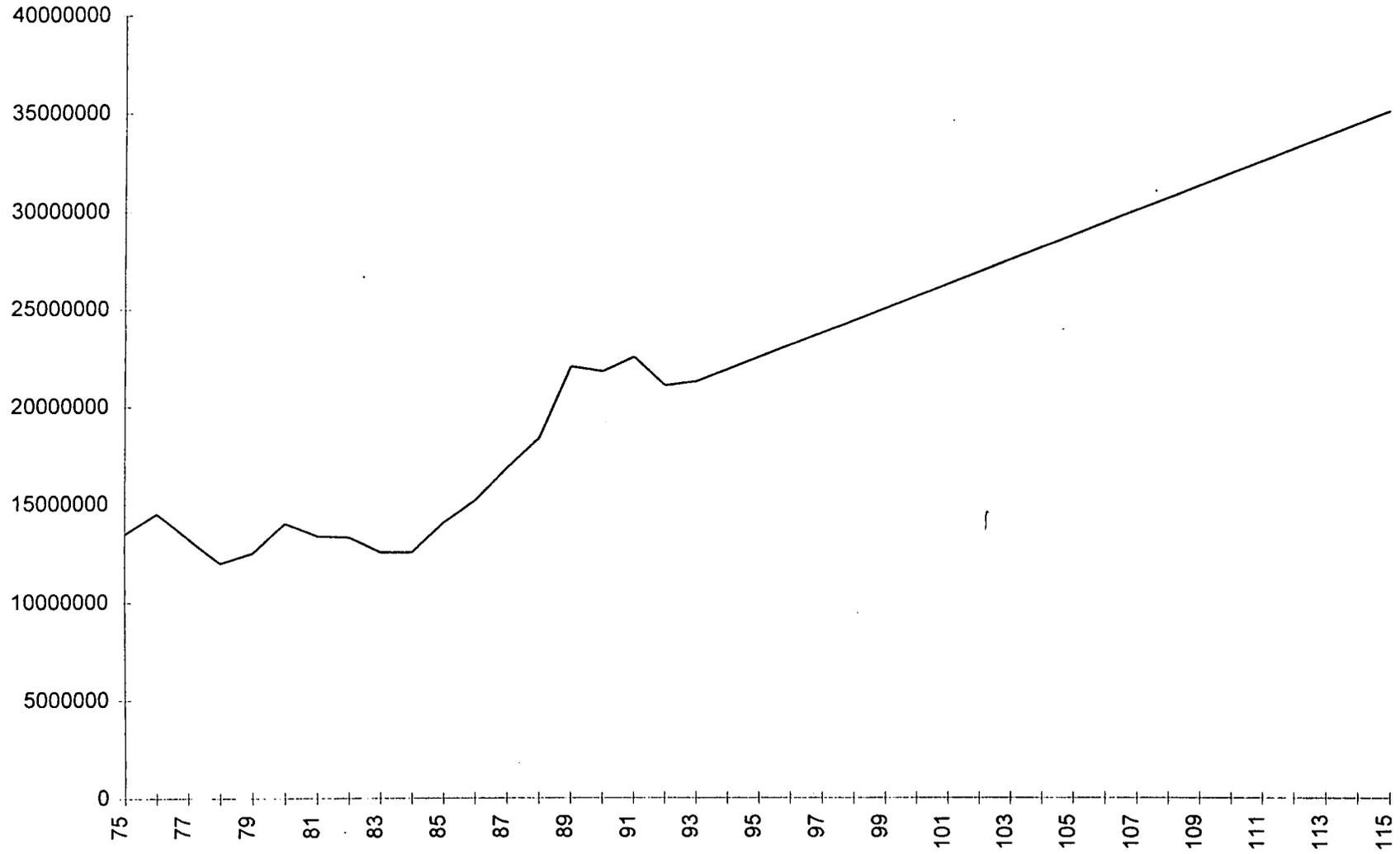
evolution des importtions du secteur Autres articles manufacturés



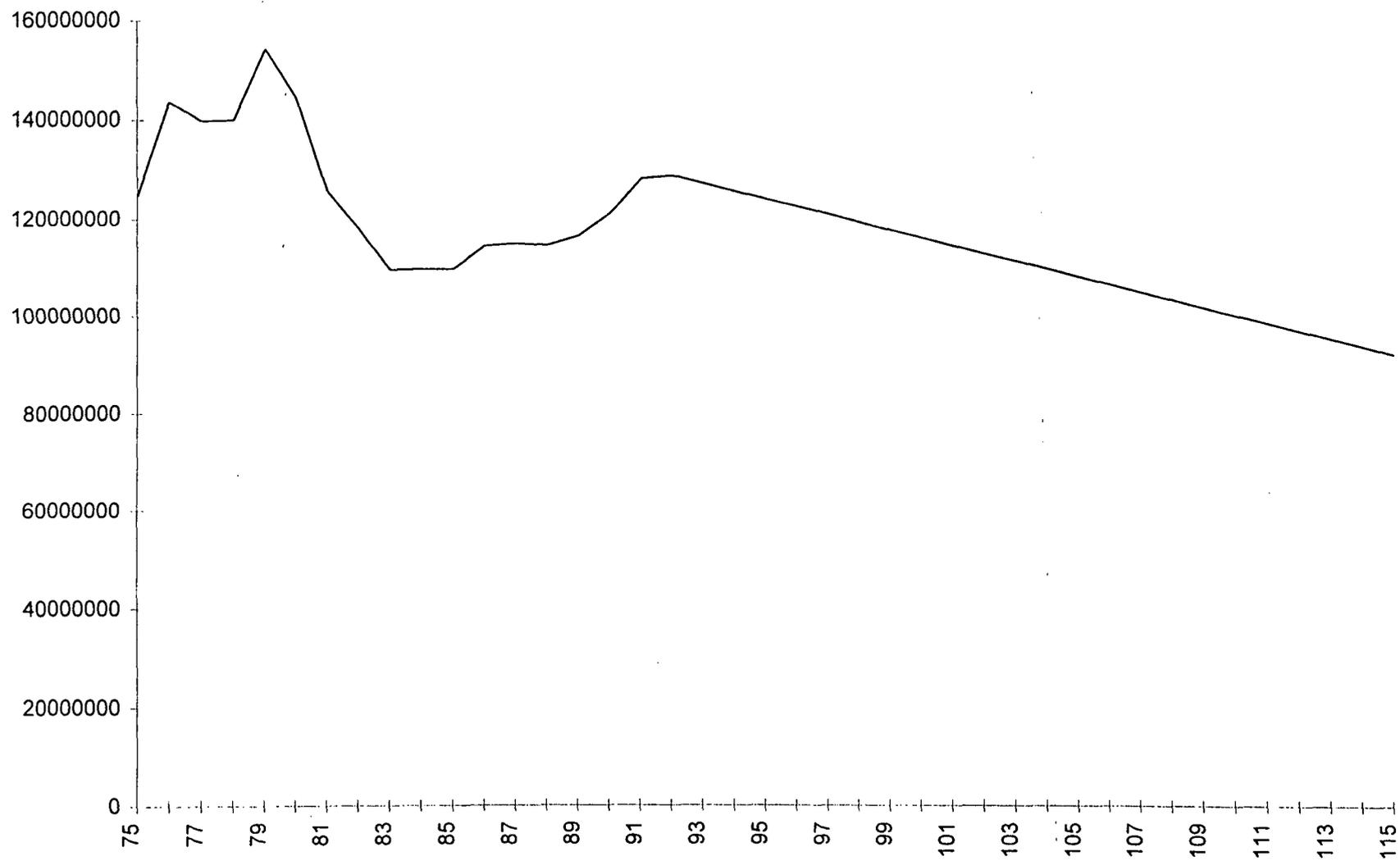
Projection du secteur Combustibles minéraux solides



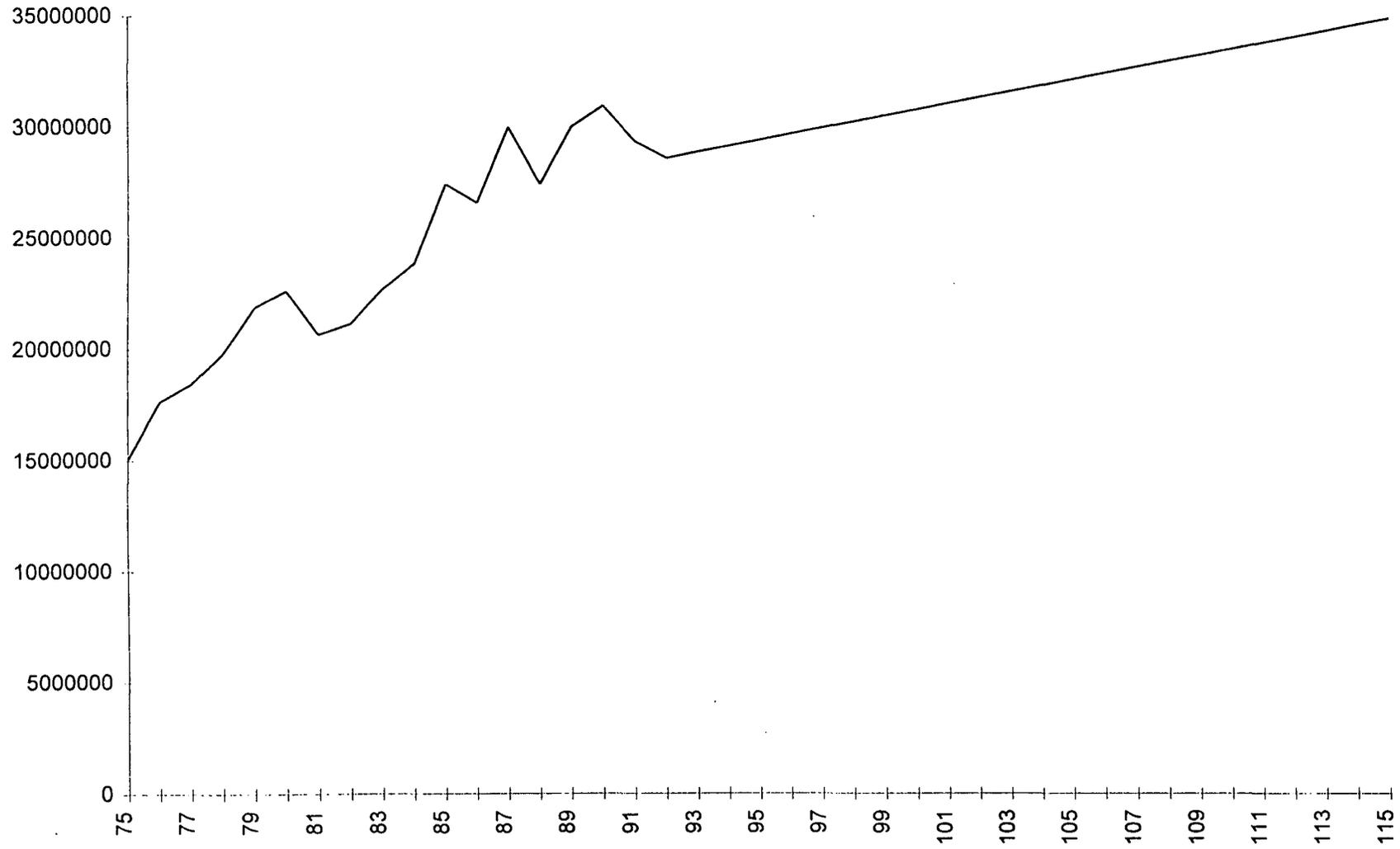
projection du secteur minéraux bruts ou
manufacturés et matériaux de construction



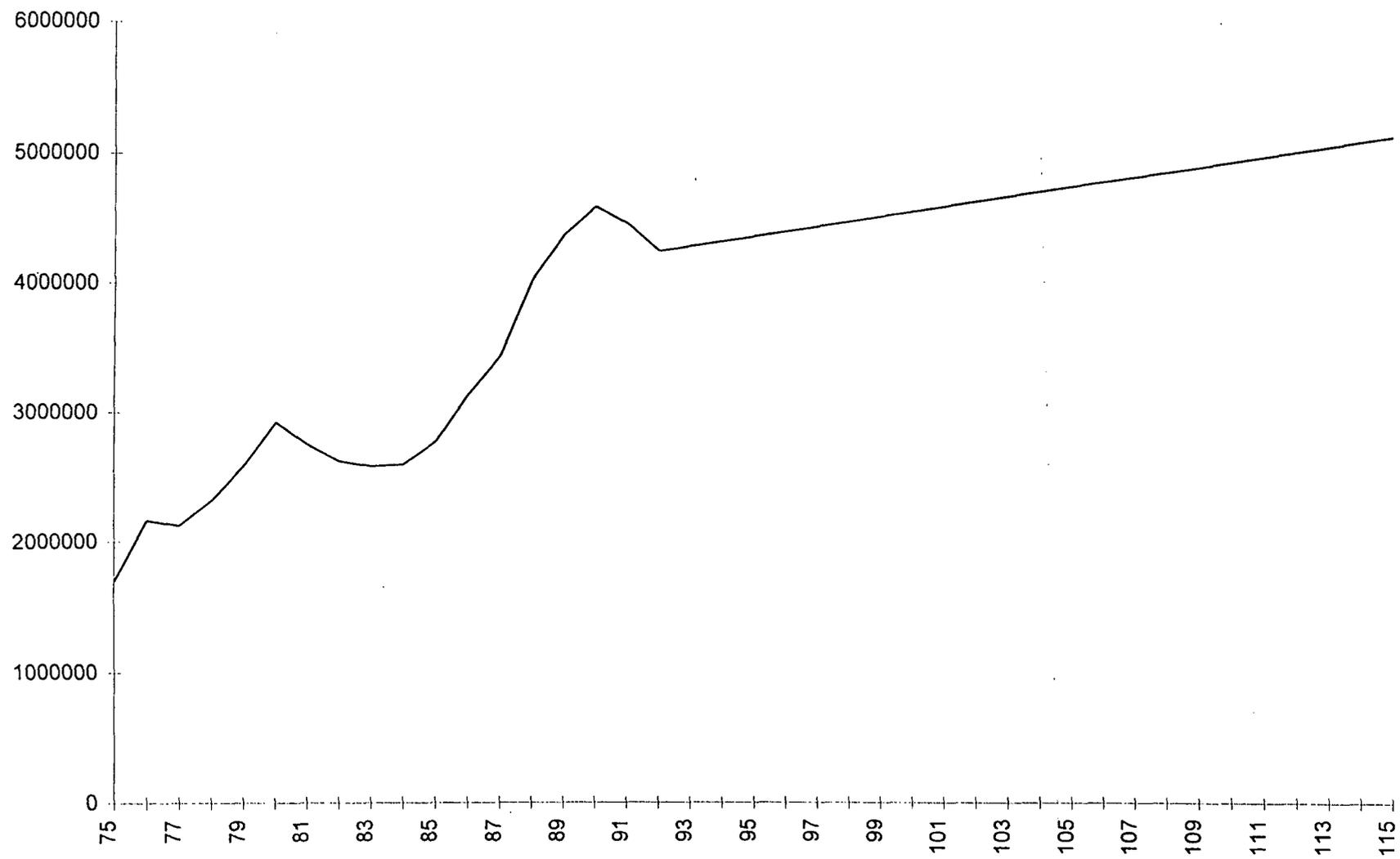
Evolution des importations de produits pétroliers



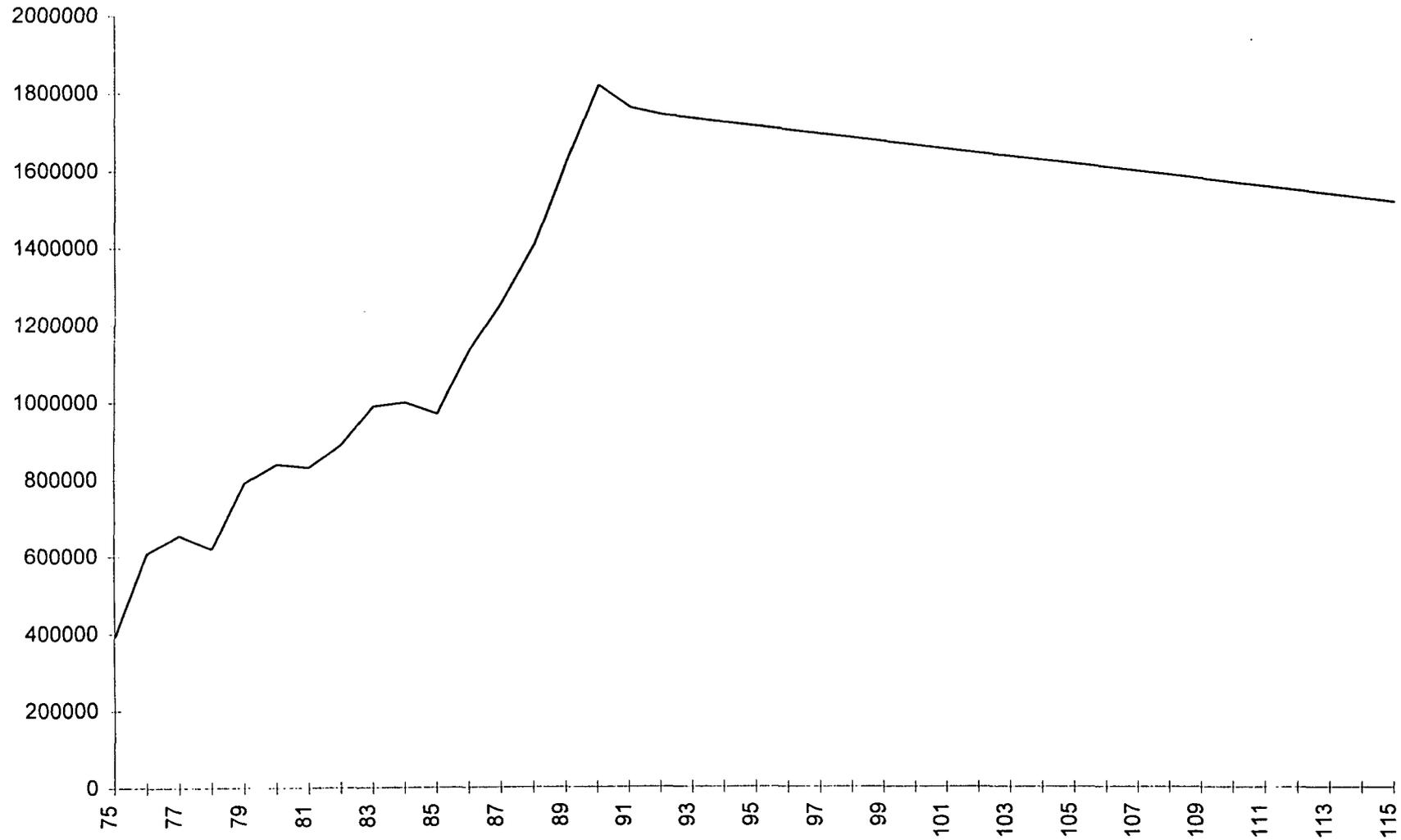
Evolution du secteur produits chimiques



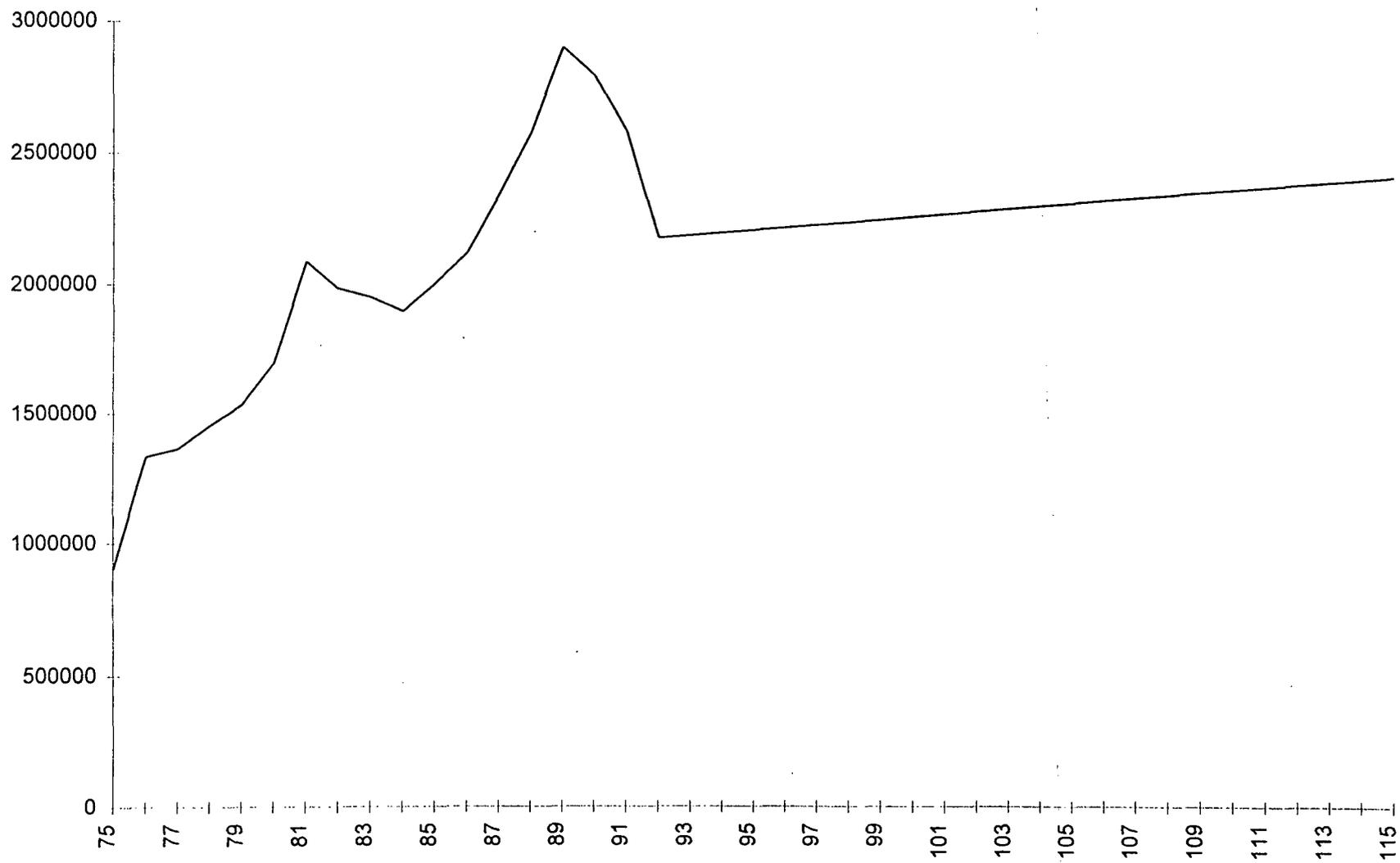
Projection du secteur machines et articles métalliques



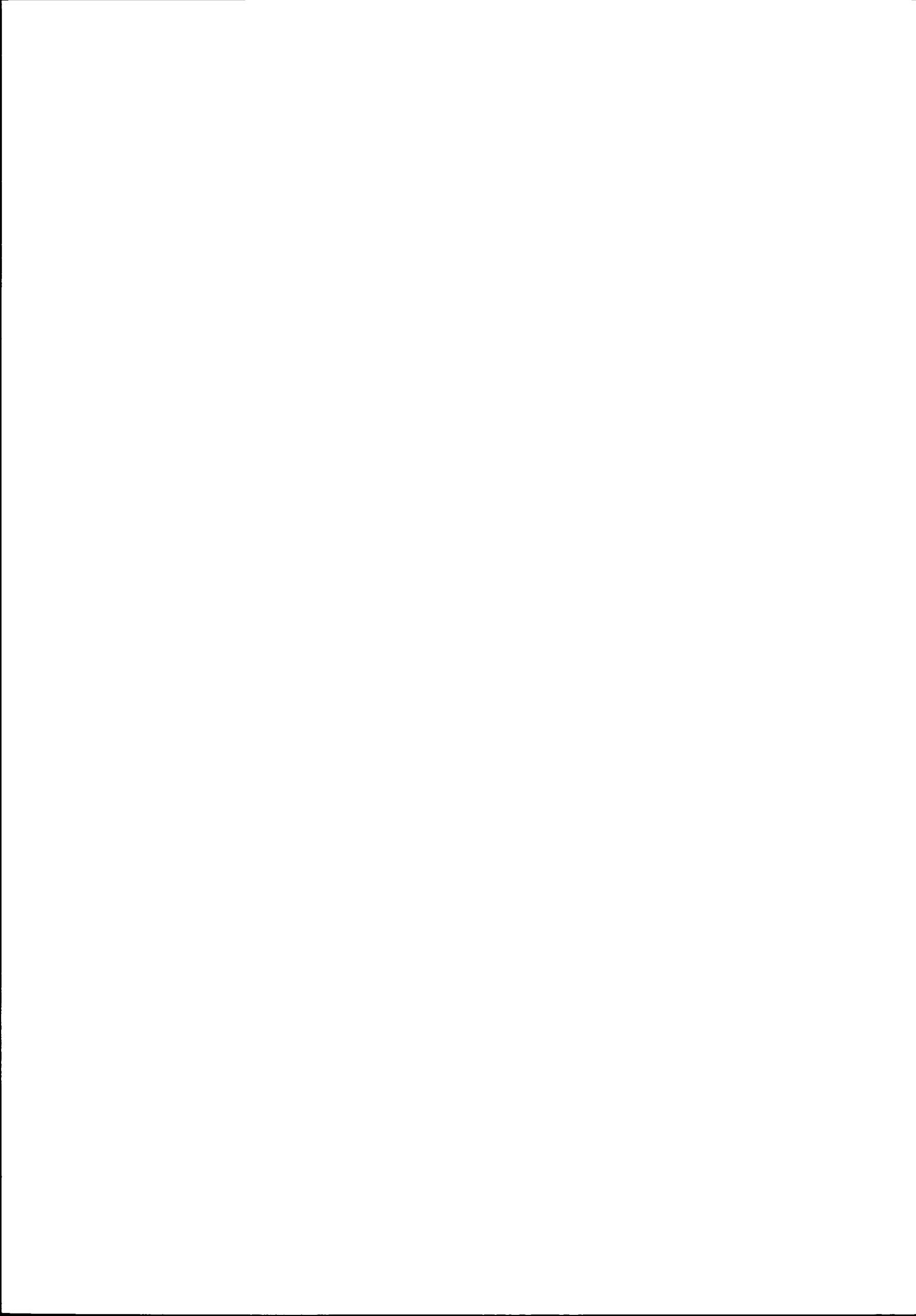
Projection des importations de matériel de transport
et matériel agricole



projection du secteur verre, faïence, porcelaine







CONSTRUCTION D'UN MODELE DE CHOIX MODAL DESAGREGÉ DE TRANSPORTS DE MARCHANDISES

M. FEI JIANG (ENPC-INRETS-SES)

tél.: 01 40 81 13 19

télécopie: 01 40 81 17 71

e.mail: jiang@ac.min-equip.fr ou jiangfei@inrets.fr

Adresse:

MELTT - DAEI - SES - DEE

bureau 18 02

TOUR PASCAL B

92055 LA DEFENSE CEDEX

Ce travail qui s'inscrit dans le cadre d'une thèse menée sous la direction de M. Michel SAVY (ENPC-LATTS) fait partie du programme de recherche SAM (Système d'Analyse Marchandises) piloté par le Département Economie et Sociologie des Transports de l'INRETS, programme auquel collabore le Département des Etudes Economiques du SES.

L'objectif est de construire un modèle de partage modal marchandises désagrégé, sur la base de données en préférences révélées et/ou déclarées, en vue de simuler les réactions des décideurs/chargeurs aux changements de politique et d'offre de transport.

A ce jour deux types de spécification ont connu une large diffusion: les modèles Logit (MultiNomial Logit) et Probit (MultiNomial Probit), ces deux techniques permettent d'intégrer facilement dans la fonction d'utilité un certain nombre de facteurs explicatifs: les caractéristiques des services de transports disponibles (prix, temps, fiabilité, ...), les caractéristiques du marché (taille de l'établissement chargeur, accessibilité au réseau, ...), ainsi que les attributs propres des chargeurs (échelle de production, prix de vente, localisation des usines, système de stockage, ...). On verra que la formulation MNP offre une plus grande généralité.

Enfin l'exposé fera le point, sur les précautions d'usage préalables à la construction d'un « bon modèle » de partage modal (segmentation du marché en familles logistiques, recueil de données désagrégées, ...), sur les sorties envisageables (élasticités, prévision du partage modal, ...) et sur l'expérience française en cours, à partir de la base de l'*Enquête Chargeurs* 1988 (INRETS).

Modèles désagrégés de choix modal

LE CHOIX MODAL

Le fondement théorique :

théorie du comportement du consommateur de *Lancaster*
(1966)

MODELE DE CHOIX MODAL

à partir

de données **agrégées**

ou

de données **désagrégées**

Modèle agrégé

unité d'observation :

le partage du trafic d'un mode particulier
sur un marché ou une liaison

avantages :

prévoir les trafics agrégés

type de modèle : *modèle logit agrégé*

Modèle désagrégé

unité d'observation :

le choix modal d'un décideur individuel

avantages :

- ① la théorie des comportements reflétant la réalité institutionnelle
- ② mieux saisir les caractéristiques importantes du décideur de transport
- ③ mieux comprendre la concurrence intermodale
- ④ simuler comment les décideurs/chargeurs répondent aux changements de politique et d'offre de transport

type de modèles : spécifications *logit* et *probit*

FORMULAIRE MATHEMATIQUE DES MODELES

les variables qu'on peut utiliser dans des modèles:

- les caractéristiques des services de transports (*le prix, le temps, la fiabilité, les dommages et pertes, ...*)
- les attributs des marchandises à transporter (*la nature des produits, le ratio volume/poids, le caractère périssable ou non du produit transporté, le conditionnement,...*)
- les caractéristiques du marché (*la taille de l'entreprise, l'accessibilité de l'équipement de transport*)
- les attributs des chargeurs (*le niveau de production, le prix de vente, la localisation des usines, le système de stockage*)

Modèle Logit Agrégé

ratio du trafic transporté par un mode particulier sur le trafic transporté par un autre mode ou l'ensemble des modes

La formule mathématique est la suivante:

$$P_{ij}^k = \frac{\exp(-C_{ij}^k)}{\sum_K \exp(-C_{ij}^k)}$$

Modèle Désagrégé

Les *décideurs* doivent prendre leur décision dans un monde incertain et choisissent l'alternative qui permet d'obtenir l'utilité la plus grande

la fonction d'utilité peut être écrite sous la forme:

$$U_{in} = U(Z_{in}, S_n)$$

Z_{in} : le vecteur des attributs des modes de transport

S_n : les caractéristiques des chargeurs

$$U_{in} = V(Z_{in}, S_n) + \varepsilon(Z_{in}, S_n) = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

- V_{in} : partie observable de l'utilité

- ε_{in} : partie inobservable de l'utilité

Ainsi, la probabilité qu'un individu choisisse l'alternative i est :

$$P_i = P(V_{in} + \varepsilon_{in} \geq V_{jn} + \varepsilon_{jn}, \forall i \in C_n)$$

Normalement on utilise une fonction linéaire sur les paramètres pour V_{in} :

$$V_{in} = \beta_1 X_{in1} + \beta_2 X_{in2} + \dots + \beta_k X_{ink}$$

où $X_{in} = h(Z_{in}, S_n)$

(1) *Modèle Logit Multinomial (Modèle MNL)*

Si l'on fait les hypothèses suivantes:

H₀: les ε_{jn} suivent une distribution indépendante et identique (IID)

H₁: les ε_{jn} suivent une distribution de *Gumbel*

on obtient *le modèle logit multinomial (modèle MNL)*:

$$P_n(i) = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in C_n} \exp(V_{jn})}$$

ou

$$P_n(i) = \frac{\exp(\beta'X_{in})}{\sum_{j \in C_n} \exp(\beta'X_{jn})}$$

Problèmes des modèles MNL:

- il n'existe aucune garantie que les paramètres estimés possèdent des valeurs uniques
- le ratio de probabilité de choisir n'importe quel des deux modes ne dépend pas des attributs du troisième mode (alternative)

(2) *Modèle MNL avec paramètres aléatoires*

Si β_k est une variable aléatoire avec une distribution spéciale ou normale, la probabilité de choix peut être écrite comme:

$$P_n(i) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} p_n'(i) f(\beta_{kn}, \dots, \beta_{ln}) d\beta_{kn} \dots d\beta_{ln}$$

$$p_n'(i) = \frac{\exp(\beta' X_{in})}{\sum_{j \in C_n} \exp(\beta' X_{jn})}$$

où $f(\beta_1, \dots, \beta_k)$ est la fonction de densité des paramètres de la fonction d'utilité individuelle.

Comparaisons avec le modèle logit

- l'hypothèse IID est retenue
- le ratio de probabilité de choisir n'importe quel des deux modes dépend des attributs du troisième mode (alternative)

(3) *Modèle Probit Multinomial (Modèle MNP)*

Le modèle probit permet de tenir compte de la dispersion des préférences individuelles et de ne pas imposer a priori l'indépendance de la composante stochastique du modèle.

* * *

Comparaison des spécifications Probit et logit avec paramètres aléatoires

le modèle probit

- ε_n peut être corrélées
- la distribution des paramètres suit une loi normale
- pour les problèmes comportant de nombreux paramètres et peu d'alternatives.

le modèle logit avec paramètres aléatoires

- ε_n sont distribués de manière indépendante
- le modèle n'impose a priori aucune forme de distribution aléatoire
- efficace pour des problèmes avec de nombreuses alternatives (plus de 5) et un nombre réduit de paramètres (moins de 7)

L'ACCESSIBILITE AUX DONNEES

Deux types de données sont recensées:

* les données recueillies à partir d'enquêtes par *préférences révélées* (méthode dite du "*revealed preference*" - RP),

* les données collectées à partir d'enquêtes par *préférences déclarées* (méthode dite du "*stated preference*" - SP).

LIMITES

les données RP

- difficulté d'observation de variables qualitatives avec la méthode RP
- difficulté d'évaluation de la demande d'un mode entièrement nouveau de transport
- la méthode RP nécessite des tailles d'échantillons importantes

les données SP

- les réponses fournies sont intrinsèquement de nature probabiliste, elles ne reflètent pas forcément les décisions réelles prises par les interviewés

***Données désagrégées disponibles en France:
l'enquête auprès des chargeurs (INRETS, 1988)***

les variables qui peuvent expliquer le choix modal de marchandises:

la valeur de la marchandise transportée

la durée de transport

le prix de transport

la taille des envois

la distance de transport

la fréquence des expéditions

SORTIES DES MODELES DESAGREGES

estimation des valeurs du temps

étudier les effets de la distance et des caractéristiques de l'envoi (valeur de l'envoi, fréquence, nature de l'envoi etc...) sur les valeurs du temps et leur distribution

estimation des élasticités

des facteurs d'offre : prix de transport, durée de transport, amélioration des caractéristiques d'un mode de transport existant

des caractéristiques de l'envoi:

nature, valeur, conditionnement et fréquence

prévoir le choix modal et le partage modal des flux

Modèle de Choix Modal

	modèle agrégé	modèles désagrégés
caractéristiques de modèles	<ol style="list-style-type: none"> 1. logit agrégé 2. prévoir le partage du trafic 	<ol style="list-style-type: none"> 1. spécifications logit et probit 2. prévoir le choix modal d'un décideur individuel
avantages	<ol style="list-style-type: none"> 1. recueil plus facile des données 2. résultats agrégés 	<ol style="list-style-type: none"> 1. mesurer les comportements reflétant la réalité institutionnelle 2. saisir les caractéristiques du décideur 3. pouvoir mieux comprendre la concurrence intermodale 4. simuler la réaction des chargeurs aux changement de politique
inconvénients	<ol style="list-style-type: none"> 1. ne considère pas les comportements de chargeurs 2. ne considère pas les caractéristiques des marchandises 	<ol style="list-style-type: none"> 1. difficulté de recueil des données 2. problèmes d'agrégation

Modèle Désagrégé

	MNL	MNL avec paramètres aléatoires	MNP
caractéristiques du modèle	1. hypothèse IID	1. paramètres aléatoires	1. paramètres aléatoires
	2. les termes erreurs suivent une distribution de Gumbel	1. hypothèse IID	2. les termes erreurs sont corrélées
avantages	1. facile à estimer	1. nombreux alternatives et peu paramètres	1. nombreux paramètres et peu d'alternatives
		2. le ratio de probabilité de choisir n'importe quel des deux modes dépend des attributs du troisième mode	2. le ratio de probabilité de choisir n'importe quel des deux modes dépend des attributs du troisième mode
		3. n'impose pas la forme de distribution des paramètres	
inconvénients	1. non unicité des paramètres	1. difficile à estimer	1. difficile à estimer
	2. le ratio de probabilité de choisir n'importe quel des deux modes ne dépend pas des attributs du troisième mode		2. paramètres de loi normale



APERÇU SUR LES MODÈLES DE RÉSEAU EN TRANSPORT DE MARCHANDISES*

Fei JIANG¹, Christian CALZADA

Les modèles de réseau de marchandises font partie de la famille des modèles d'équilibre spatial, ils visent à prédire simultanément la génération, la distribution, le partage modal et l'affectation sur un réseau, en intégrant au mieux les interactions entre les différents acteurs participant à l'équilibre.

La prise en compte des interactions entre acteurs

En raison de la complexité du système de transport de marchandises, il existe une profusion de recherches qui se sont essayées à développer des modèles de système de transports de marchandises en liaison avec l'économie générale et la prévision de l'usage des services de transports. Idéalement ce type de modèles doit pouvoir incorporer toutes les interactions entre les acteurs du système. Mais la tâche n'est pas facile.

Ces modèles d'équilibre général spatial, statiques, de tradition anglo-saxonne, concernent la prévision des comportements des agents : producteurs, consommateurs, chargeurs, transporteurs, et Etat.

Qu'est-ce qu'un modèle de réseau ?

Un modèle de réseau s'attache à décrire le système de transport comme un ensemble de noeuds et d'arcs schématisant le système d'infrastructures. Les noeuds représentent les équipements (terminaux, ports, gares de marchandises, etc...), les arcs symbolisent : les routes, les lignes de chemin de fer, les voies d'eau etc..., en général le coût de transport et le niveau de la qualité de service associée à chaque élément du réseau.

Il permet d'analyser conjointement les phénomènes de génération-distribution-affectation de trafics, ceci en prenant en compte l'ensemble des interactions entre les acteurs participants.

Dans un modèle de prévision de réseau de court terme, on fait l'hypothèse que l'équipement que constitue le réseau de transport ne changera pas. Dès lors il est très difficile d'appliquer ce type de modèles aux problèmes d'entrées/sorties d'entreprises du secteur, d'ajustements dynamiques, etc..., qui relèvent d'une approche de plus long terme.

Les modèles d'équilibre de réseau de marchandises : « FNE models »

La première catégorie de modèles de réseau utilisée pour la prévision du flux de marchandises en interurbain sont les modèles d'équilibre de réseaux de marchandises (acronyme de « Freight Network Equilibrium model (FNE) »). Ces modèles d'équilibre général se focalisent sur les interactions entre transporteurs et chargeurs, on suppose en général que la génération de flux de chaque région est connue.

* Ce premier article s'inscrit dans le cadre d'une réflexion à caractère méthodologique, sur l'état de l'art des modèles de transports de marchandises. Réflexion conduite au sein du groupe SAM (Système d'Analyse de Marchandises) et auquel participe le SES, à la fois en ce qui concerne la conception et l'analyse de Familles Logistiques et la construction d'un modèle de prévision de trafics non urbains de marchandises qui permette de mener des expertises ou contre-expertises de projets d'infrastructures nouvelles.

¹ M. Fei JIANG prépare actuellement une thèse dans le cadre du programme SAM, sous la direction de M. M. SAVY (ENPC/LATTS) en collaboration avec M. M. PAPINUTTI du DEST (INRETS) et M. C. CALZADA du DEE (DAEI/SES).

MODÈLES

Ainsi ce type de modèles ne réalise pas simultanément la prévision du comportement des chargeurs et des transporteurs mais utilise une approche séquentielle dans laquelle on établit d'abord la demande de transport des chargeurs qu'on introduit ensuite dans le réseau des transporteurs afin de minimiser le coût de chaque transporteur pris individuellement.

Acteurs concernés : Chargeurs - Transporteurs.

côté transporteur : $\text{Max } \sum_v [\text{REVENUS} - \text{COÛTS DE TRANSPORT}]$

Les revenus dépendent de la demande de transport des chargeurs.

côté chargeur : DEMANDE DE TRANSPORT = $f(\text{PRIX DE TRANSPORT})$

Cette catégorie comprend :

- ♦ les modèles exclusifs chargeurs (CACI [1980], BRONZINI [1979, 1982] et ses dérivés, BRONZINI & SHERMAN [1983], FRIESZ, GOTTFRIED et MORLOK [1981] et GOTTFRIED [1983]),
- ♦ le modèle d'HARVARD-BROOKINGS, développé par ROBERTS [1966] et KRESGE et ROBERTS [1970] qui fût la première tentative d'un modèle FNE multimodal. Seuls les comportements des chargeurs étaient pris en compte. Il utilisait des coûts unitaires constants, chaque chargeur déterminant le plus court chemin entre OD. Les flux en tonnages entre OD étaient déterminés par un module de distribution classique.
- ♦ le modèle de réseaux de transport (« The transportation network model ») développé par CACI Inc [BRONZINI, 1980, 1982], modèle à demande fixe, sectoriel et multimodal. Le comportement des chargeurs était explicitement modélisé sans tenir compte de celui des transporteurs.
- ♦ le modèle d'affectation de trafic de fret ferroviaire (« The rail freight traffic assignment model ») [LANSDOWNE, 1981], s'intéressait aux problèmes des interfaces transporteur-chargeur et transporteur-transporteur. A partir de l'étude des pratiques courantes au sein de l'industrie, il définissait quatre principes de base servant à modéliser ces interactions.

Ces principes sont la première tentative d'explication des interfaces chargeur-transporteur et transporteur-transporteur.

Le modèle d'équilibre de réseau de marchandises (« The freight network equilibrium model (FNEM) »), développé par FRIESZ, GOTTFRIED et MORLOK, est le premier modèle qui introduit deux groupes d'agents : les chargeurs et les transporteurs au sein d'un modèle de prévision général de flux interurbain de trafic. FNEM est un modèle de type séquentiel, dont le premier module concerne les chargeurs, et dont les résultats sont mis en oeuvre ensuite dans les modules transporteurs. GOTTFRIED [1983] l'utilise à un niveau multimodal, national, et multisectoriel qui a donné des résultats meilleurs que toutes les approches précédentes.

TOBIN et al. [1983] a utilisé ce modèle dans le cadre du problème de la conversion de centrales électriques fonctionnant au pétrole en centrales charbon.

HARKER et FRIESZ [1982] ont reconnu les faiblesses de l'approche séquentielle utilisée dans les FNEM et ont proposé de recourir à une formulation qui tente de prendre en compte la simultanéité des prises de décision des chargeurs et des transporteurs. Bien qu'incapable de résoudre des problèmes de grande envergure, cette approche s'avère utile en vue de vérifier que l'approche séquentielle est incomplète.

**Les modèles
d'équilibre
de prix spatial :**
« SPE models »

FRIESZ, VITON et TOBIN [1984], en supposant l'égalité entre prix de transport et coût marginal de transport entre paires d'OD, développent un modèle simultané dans les prolongements des modèles FNEM. Un algorithme spécifique a dans ce cadre été développé en vue de prouver l'existence d'une solution unique (point d'équilibre).

Ces modèles se focalisent sur les interactions entre producteurs, consommateurs et chargeurs, les transporteurs sont absents de ce type de modèles. En lieu et place des transporteurs, on introduit une **fonction de coût** comme un élément de réseau permettant de représenter les entreprises de transport. En conséquence les modèles d'équilibre de prix spatial ne traitent pas explicitement du processus de décision des transporteurs.

Acteurs concernés : Chargeurs, Consommateurs, Producteurs.

- ♦ les chargeurs se comportent selon deux principes d'équilibre :
 - s'il existe un flux de marchandises entre une région i et une région j ,
 $\Rightarrow \text{PRIX}_i + \text{COÛT DE TRANSPORT} = \text{PRIX}_j$
 - si $\text{PRIX}_i + \text{coût de transport} > \text{PRIX}_j$,
 \Rightarrow « Il n'y aura plus de flux entre i et j »
- ♦ pour une région E l'équation suivante doit être satisfaite:

$$\text{OFFRE} - \text{DEMANDE} + \text{FLUX ENTRÉE} - \text{FLUX SORTIE} = 0$$

Ce type de modèles a été utilisé pour l'analyse des flux interrégionaux de marchandises. Citons SAMUELSON [1952] dont le modèle a été développé par TAKAYAMA et JUDGE [1964, 1970], FLORIA et LOS [1982] et FRIESZ, TOBIN, SMITH et HARKER [1983].

**Les modèles
d'équilibre
de prix spatial
généralisé :**
« GSPEM models »

Les modèles d'équilibre de prix spatial ont incorporé la génération de flux mais n'ont pas réussi à modéliser les interactions entre chargeurs et transporteurs. Parallèlement les modèles d'équilibre de réseau de marchandises peuvent explicitement modéliser ces interactions mais ne peuvent estimer la génération des flux.

A la suite de quoi, HARKER [1983, 1984, 1986, 1987] a développé un modèle de système de transport de marchandises en interurbain qualifié de modèle d'équilibre de prix spatial généralisé (« Generalized Spatial Price Equilibrium Model, (GSPEM) ») qui intègre l'ensemble des interactions entre agents. Cette formulation se base sur la conception de l'équilibre du prix spatial et en conséquence incorpore les comportements des producteurs, consommateurs et des chargeurs d'une part, d'autre part il inclut un sous modèle de comportements des transporteurs en vue de remplacer la fonction de coût de transport.

Cela signifie que les comportements de tous ces agents sont intégrés sous une forme mathématique unique. Ce modèle peut alors prévoir simultanément les prix et quantités de marchandises dans chaque région, les coûts de transports ainsi que les itinéraires des transporteurs.

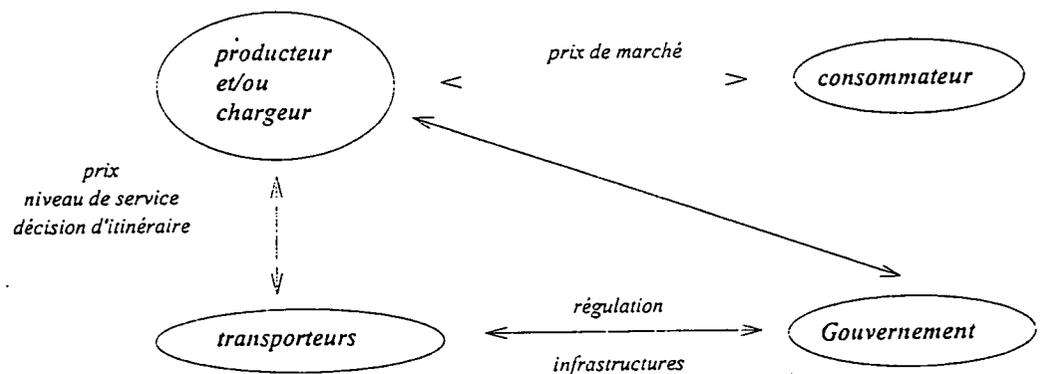
Les modèles GSPEM peuvent traiter simultanément tous les agents économiques, ils peuvent être utiles à la génération-distribution-affectation et au partage modal des flux de marchandises. HARKER [1983] a décrit l'application de ce modèle à l'analyse de l'économie du charbon aux Etats-Unis, il l'a aussi utilisé en vue de mesurer les impacts de l'augmentation du volume des exportations de charbon ainsi que de la fermeture de certains ports.

MODÈLES

Pour en savoir plus

- ↳ J.C.J.M. van der Bergh, P. Nijkamp, P. Rietveld, « *Spatial Equilibrium Models : A survey with special emphasis on transportation* », dans « *Recent advances in spatial equilibrium modelling, Methodology and applications* », Springer 1996.
- ↳ P.T. Harker, T.L. Friesz, « *Prediction of intercity freight flows, I : theory* ». *Transportation Research*, vol. 20B, N° 2, pp. 139-153, (1986).
- ↳ P.T. Harker, T.L. Friesz, « *Prediction of intercity freight flows, II : mathematical formulations* ». *Transportation Research*, vol. 20B, N° 2, pp. 155-173, (1986).
- ↳ T.L. Friesz, R.L. Tobin, P.T. Harker, « *Predictive intercity freight network models : the state of the art* », *Transportation Research*, vol. 17A, N° 6, (1983).
- ↳ T.G. Crainic, « *Intercity multimode freight transportation : the state of the art* », Centre de Recherche sur les Transports, Université de Montréal, (1985).
- ↳ M.S. Bronzini, D. Sherman « *The rail carrier-route choice model* ». *Transportation Research*, vol. 17A, N°6, pp. 463-469, (1983).
- ↳ T.L. Friesz, J. Gottfried, E.K. Morlok, « *A freight network equilibrium model* », presented at the *Transportation Equilibrium and Supply Models Symposium*, Montreal, Quebec, November 1981.
- ↳ T. Owaki, « *Modal choice models in commodity transport and their application to trade theories* », Dissertation, University of Pennsylvania. U.M.I. dissertation information service, (1994).

Les agents concernés dans le mouvement des marchandises



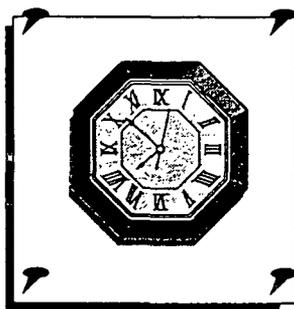
Les producteurs, agents économiques dont le rôle est la production marchande de marchandises.

Les consommateurs, agents qui sont à l'origine de la demande de marchandises.

N.B.: le critère économique par lequel ces deux groupes d'agents communiquent entre eux est le prix des marchandises.

Les chargeurs ("shippers"), groupe d'agents économiques qui décident de la génération de flux depuis une origine et de la distribution de ces flux sur un ensemble de destinations et de l'ensemble des entreprises de transport qui transportent les marchandises de l'origine à la destination. Le chargeur est constitué d'un conglomérat de diverses entités décisionnelles, comme le département de la logistique de l'entreprise, le service de distribution, le service transit de marchandises, etc....

Un des rôles des chargeurs est de décider par quels modes de transport la marchandise sera transportée et ce sont les transporteurs ("carriers") qui en fourniront les moyens.



COMMENT MESURER LA VALEUR DU TEMPS EN TRANSPORT DE MARCHANDISES ?

Christian CALZADA et Fei JIANG*

La recherche en matière d'évaluation de la valeur du temps dans le contexte des transports a beaucoup progressé depuis les premiers travaux dans les années 1960, essentiellement dans le domaine des voyageurs. Cet article se propose de faire le point sur l'état de ces travaux, peu nombreux, en transports de marchandises.

Mesure de la valeur du temps marchandises

La valeur du temps est un concept clé, nécessaire à l'évaluation de la rentabilité des infrastructures. En transports de voyageurs des progrès importants ont été réalisés permettant d'utiliser des valeurs du temps reposant sur un fondement économique. Par contre, en transports de marchandises on a encore recours à des valeurs socio-économiques tutélaires dites de références. Elle sont en francs 1994, pour les poids-lourds, de 3,25 francs par minute gagnée et de 1,23 francs par minute pour les véhicules-légers.

En transport de marchandises, du point de vue du chargeur, la valeur du temps est l'augmentation du coût de transport correspondant à une heure de transport supplémentaire. On peut aussi dire que la valeur du temps est l'augmentation de la différence de coûts entre deux modes en vue de gagner une heure de temps de trajet.

Pour estimer la valeur du temps, la nature des marchandises, reliée à leur valeur, joue un rôle important.

Afin d'évaluer la valeur du temps en transport de marchandises, on peut utiliser différentes méthodes, parmi lesquelles celle dite du coût des facteurs (prix de revient) et celle dite du modèle de choix [voir organigramme].

La méthode dite du coût des facteurs

La méthode du coût des facteurs procède en deux étapes. Premièrement, on calcule les coûts en transports de marchandises (coûts de main d'oeuvre, coûts variable et fixe du transport utilisé). Deuxièmement, on déterminera les coûts affectés par un changement du temps de transport et leurs variations.

La méthode dite du modèle de choix

La méthode du modèle de choix mesure la valeur du temps en utilisant le ratio des coefficients de temps et de coût estimé à partir d'un modèle, qui peut relever soit de l'approche dite de préférences déclarées, soit de celle dite de préférences révélées.

Dans l'approche dite en préférences révélées, on considère les comportements réels du décideur lors de ses choix concernant la réduction de temps dans le transport de marchandises. Un exemple typique de cette approche est l'estimation économétrique du consentement à payer.

En ce qui concerne l'approche en préférences déclarées, plusieurs types de méthodes peuvent être mis en oeuvre :

- la plus ancienne est celle dite du « transfer price ». Il s'agit d'analyser, lorsque les prix de transports augmentent, jusqu'à quel point le décideur va changer de mode de transport. On recherche alors le prix d'équilibre où le décideur est indifférent pour le choix entre deux modes de transport.
- l'approche intra-modale consiste à faire réagir le décideur entre différentes alternatives se référant à un seul mode (infrastructure à péage ou sans péage, choix d'itinéraire), à l'inverse de l'approche inter-modale où l'ensemble des choix concerne plusieurs modes concurrents.

MODÈLES

Une autre distinction entre les méthodes peut être faite selon l'intervalle de temps considéré. On parlera d'approche contextuelle pour une spécification de court terme et d'approche stratégique pour une réflexion de long terme sur les décisions de délocalisation et de changement de mode en présence de changements structurels dans les temps de trajets.

La valeur du temps calculée par ces modèles dépend forcément de la spécification du modèle et des données utilisées. On trouve ainsi toute une gamme d'estimations de valeurs du temps qu'on peut très difficilement comparer (tableau n°1).

Etat des applications

WIDLERT ET BRADLEY (1992, Suède, [1]) ont analysé le transport de marchandises en utilisant une spécification logit (cette spécification est donnée en équation n°1 du formulaire en annexe) sur données de préférences déclarées, sur la base d'une segmentation en neuf secteurs industriels, pour un choix modal entre la route et le fer. Ils ont trouvé une relation non proportionnelle entre la valeur du temps et la valeur des marchandises transportées.

ROBERTS AND DEWEES (1971, Etats Unis, [2]) ont développé une méthode se basant sur la théorie de l'inventaire permanent pour évaluer la valeur du temps des marchandises transportées. Les données nécessaires à la mise en oeuvre de ces méthodes peuvent être obtenues par exemple à partir de l'étude des feuilles de route. D'autres données peuvent être nécessaires, comme les paramètres à associer aux marchandises transportées : valeur et caractère périssable de la marchandise.

BLAUWENS ET VAN DE VOORDE (1988, Belgique, [3]) ont estimé la valeur du temps des chargeurs sur des données de préférences révélées en utilisant un modèle de partage modal agrégé. Ils ont considéré la concurrence entre la route et la voie d'eau. Quinze groupes de marchandises et 43 régions sont distingués. Pour chaque groupe de marchandises et chaque chemin géographique, ils ont calculé le partage modal des flux afin de le modéliser. Ils ont conclu que dans le secteur des transports de marchandises, la valeur du temps d'une heure est égale 0.0000848* (valeur de la marchandise transportée).

DE JONG AND GOMMERS (1992, Pays Bas, [4]) ont appliqué le modèle logit sur préférences déclarées à l'estimation de la valeur du temps des marchandises aux Pays-Bas. Le modèle logit estimé indique comment un changement en temps de transport influence le coût du transport. En général, les chargeurs et les transporteurs sont presque indifférents à l'arbitrage entre les changements de temps, de coûts de transports ou de prix de transports. Le choix modal s'effectue entre la route, le fer et la voie d'eau. Pour le transport routier, quatre groupes de marchandises sont considérés.

WYNTER (1994, France, INRETS, [5]) a calibré les valeurs du temps critiques chez les transporteurs routiers de marchandises français en utilisant la méthode du « transfer price » en vue d'analyser le rôle des effets de péage sur le choix entre une route nationale et une autoroute à péage. La série trouvée des valeurs du temps critiques suit une distribution log-normale. On montre aussi de façon empirique que la valeur moyenne du temps augmente avec la distance de trajet. Ainsi, on peut calibrer une fonction linéaire de la valeur de temps moyenne en termes de distances. Enfin, la formulation de la distribution continue des valeurs du temps dépend de la distance.

Tableau n°1
Valeurs moyennes du temps en F/min/tonne ou wagon/camion

	Fer	Route	Voies Navigables	Spécification
SUEDE ¹	0,1	0,5	-	logit
PAYS-BAS ²	0,5 - 1,5	2 - 6	0,1 - 0,4	logit
FRANCE ³	-	7,2 - 14	-	Transfer Price
FRANCE ⁴	-	3,25	-	-

MODÈLES

$$\alpha_i = f(M_1, M_2, \dots, M_n)$$

M_q : les caractéristiques des marchandises et des chargeurs ($q=1, n$)

Dans ce cas les coefficients d'utilité sont fonction des caractéristiques des marchandises et des chargeurs, ceux-ci comme la VDT peuvent suivre une distribution de probabilité, du type normale ou log-normale.

équation n°3 : "Transfer Price"

Si l'on fait l'hypothèse que le temps et le coût influencent seuls le choix modal, par exemple entre la route et le fer et si le fer est préféré à la route, alors la méthode de Transfer Price a pour but de déterminer le montant d'augmentation de prix désigné par TP qui satisfait l'équation suivante :

$$C_r + (VOT * T_r) + TP = C_f + (VOT * T_f)$$

ou $TP = C_r - C_f + VOT * (T_r - T_f)$

C_r, C_f : coûts de transport pour la route et le fer,
 T_r, T_f : temps de transport pour la route et le fer.

la valeur du temps s'écrit alors comme :

$$VDT = \frac{TP - (C_r - C_f)}{T_r - T_f}$$

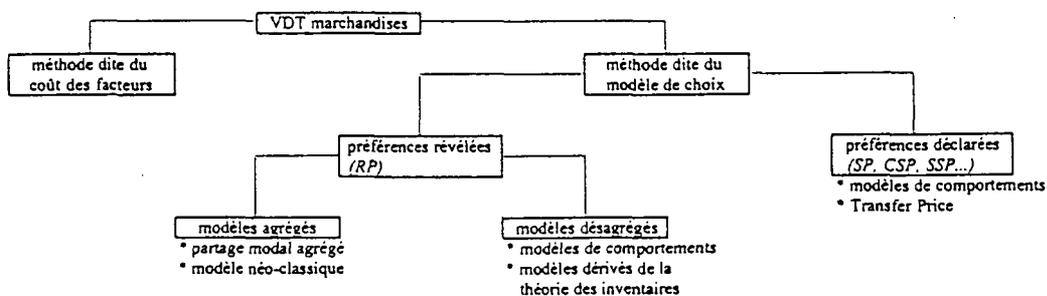
Si en plus du temps et du coût, on considère d'autres variables influençant aussi le choix modal, par exemple, la fréquence F , on peut régresser TP et ces variables en vue de calculer la valeur du temps associée. Le modèle TP prend alors la forme suivante :

$$TP = \alpha + \beta (C_r - C_f) + \gamma (T_r - T_f) + \lambda (F_r - F_f)$$

dans ce cas-là,

$$VDT = \gamma / \beta$$

Organigramme



VDT : valeur du temps marchandises

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Widlert, S. et M. Bradley (1992) « Preference of freight services in Sweden », 6th World conference in Transport Research, Lyon, 1992.
- [2] Robert, P.O. et Dewees, D.H., (1979) Economic analysis for transport choice. A Charles river associates research report, Lexington Books.
- [3] De Jong, G. et Gommers, M. (1992) « Time valuation in freight transport : method and results ». PTRC, 20th Summer Annual Meeting.
- [4] Blauwens G. et Van der Voorde E. (1988) « The valuation of time savings in commodity transport », Int. Journal of transport Economics, vol. XV (1).
- [5] Wynter, L. (1994) « La valeur du temps de transport de fret en France, Estimation à partir d'une enquête sur les préférences déclarées », Recherche Transports Sécurité, N° 44. ■

équation n°1 :

$$\log(M_r/M_f) = \alpha + \beta (T_r - T_f) + \gamma (C_r - C_f)$$

M_r : partage modal du trafic du mode r sur le chemin j

M_f : partage modal du trafic du mode f sur le chemin j

T_r : temps de transport par mode r sur le chemin j

T_f : temps de transport par mode f sur le chemin j

C_r : coût de transport par mode r sur le chemin j

C_f : coût de transport par mode f sur le chemin j

α, β, γ : coefficients à estimer

On en déduit la valeur du temps par la formule suivante :

$$VDT = \beta / \gamma$$

équation n°2 :

Dans le modèle de comportements, on introduit la notion d'utilité, l'utilité est fonction des caractéristiques du système de transport (offre), des caractéristiques des marchandises transportées et des caractéristiques du chargeur (budget, aversion pour le risque...), à savoir :

$$U = f(S_i, M_q, \dots)$$

S_i : les caractéristiques du mode de transport,

M_q : les caractéristiques des marchandises et des chargeurs.

On traduit ensuite les comportements de choix par les coefficients des variables du modèle. La valeur du temps constitue un de ces types de traductions.

Si les caractéristiques S_i comprennent le temps et le coût du mode de transport utilisé, calculer la valeur du temps revient à trouver le ratio de substitution entre le temps et le coût sous l'hypothèse de constance de l'utilité. On obtient alors l'expression suivante :

$$VDT = \frac{dC}{dT} = \frac{\frac{\partial U}{\partial T}}{\frac{\partial U}{\partial C}}$$

C : coût de transport,

T : temps de transport.

Selon la forme de la fonction d'utilité f , on peut obtenir la formule de la valeur du temps.

A) hypothèse de linéarité de la fonction d'utilité f

$$U = \alpha_0 + \sum \alpha_i S_i + \sum \beta_j M_j$$

α, β : coefficients à estimer

Si on se limite aux seules caractéristiques de temps et de coût de transport et que β est égal à zéro, et si l'on prend la différence de temps et de coûts comme des mesures relatives, la fonction d'utilité devient :

$$U = \alpha_0 + \alpha (T_r - T_f) + \beta (C_r - C_f)$$

T_r et T_f : temps de transport pour mode r et f,

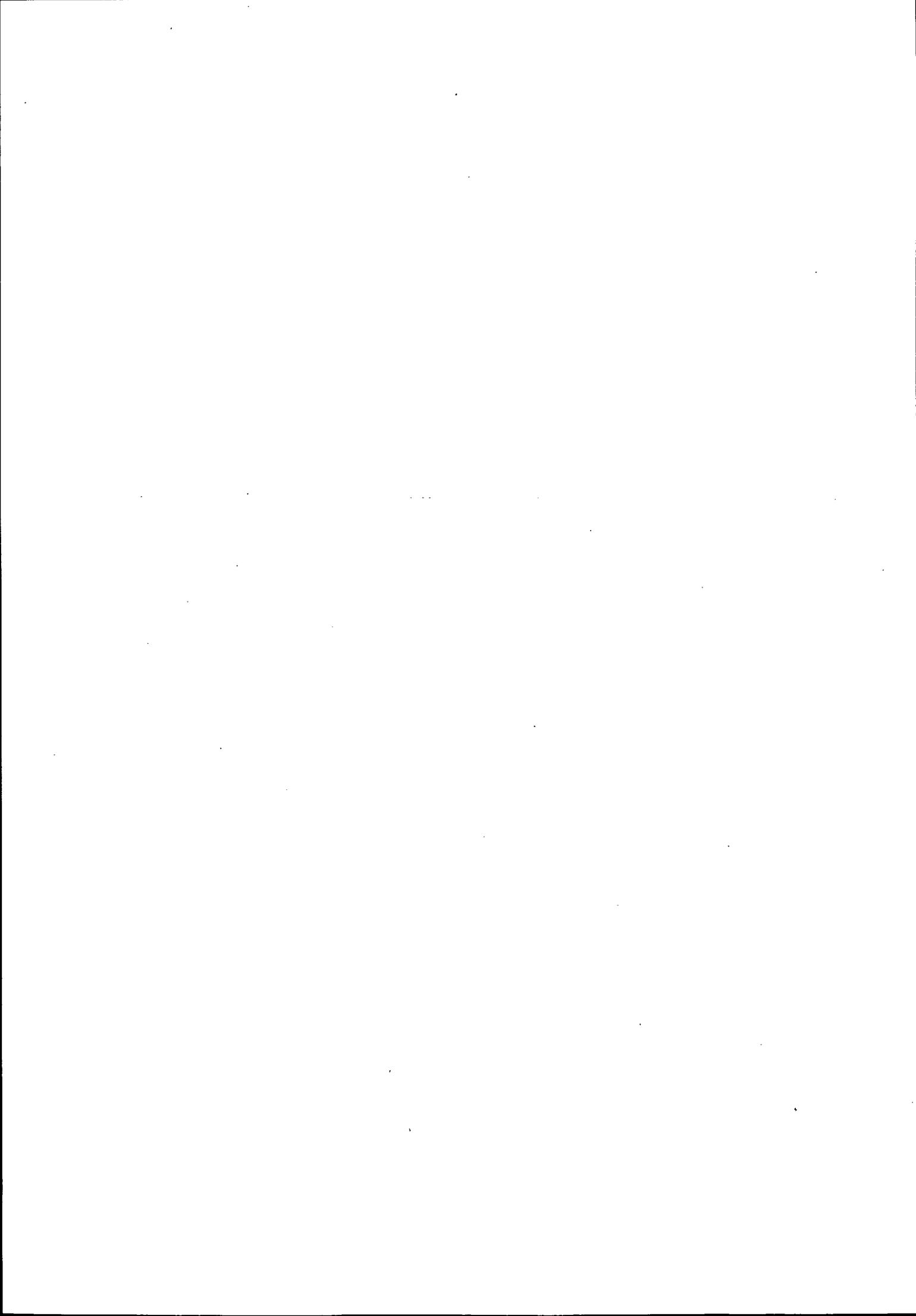
C_r et C_f : coûts de transport pour mode f et r.

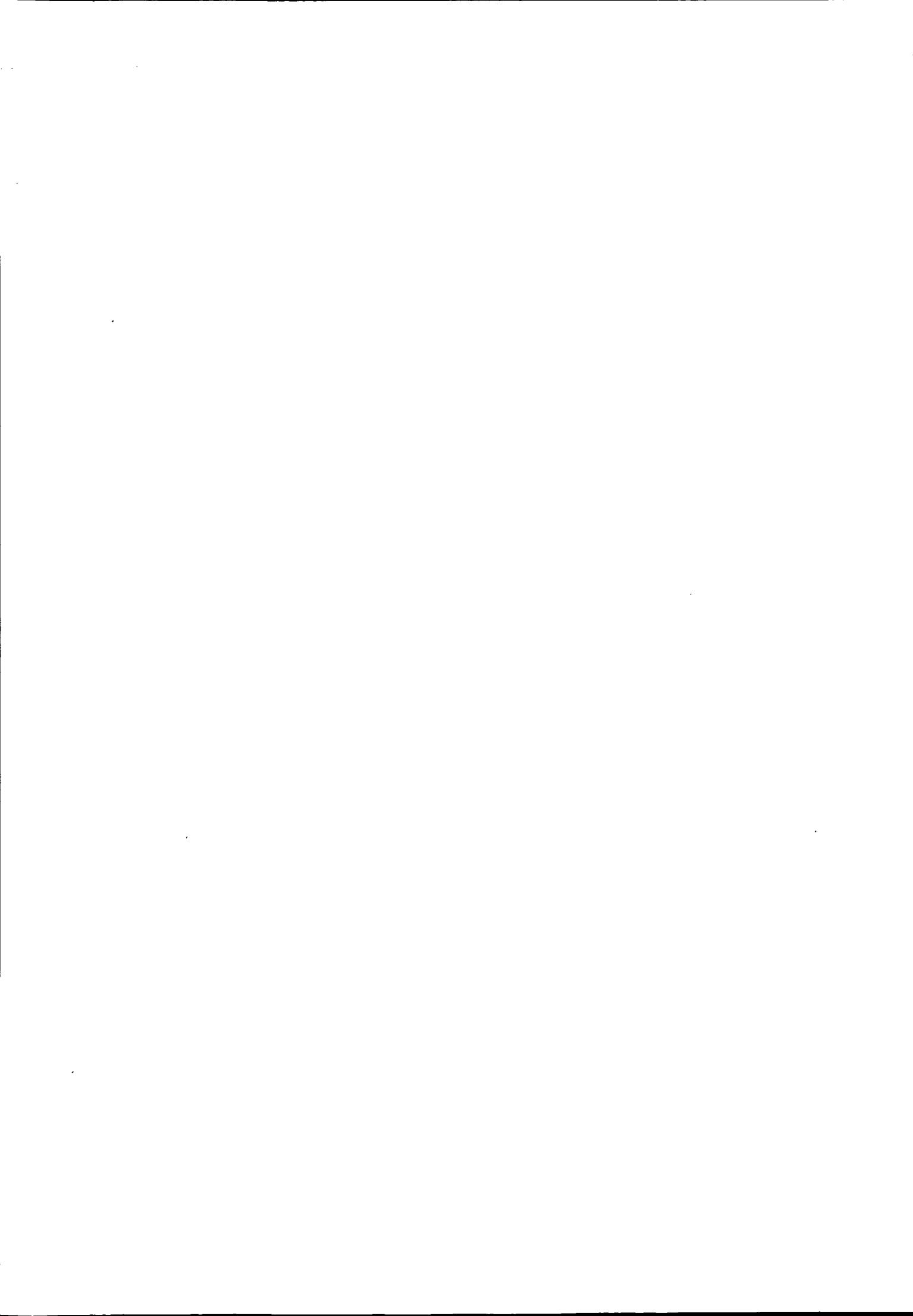
Une unité de variation dans la différence de temps produira α unités de variations de l'utilité U , la même variation de l'utilité U peut être produite par (α/β) unités de variations de coûts, ainsi la valeur du temps peut s'écrire comme :

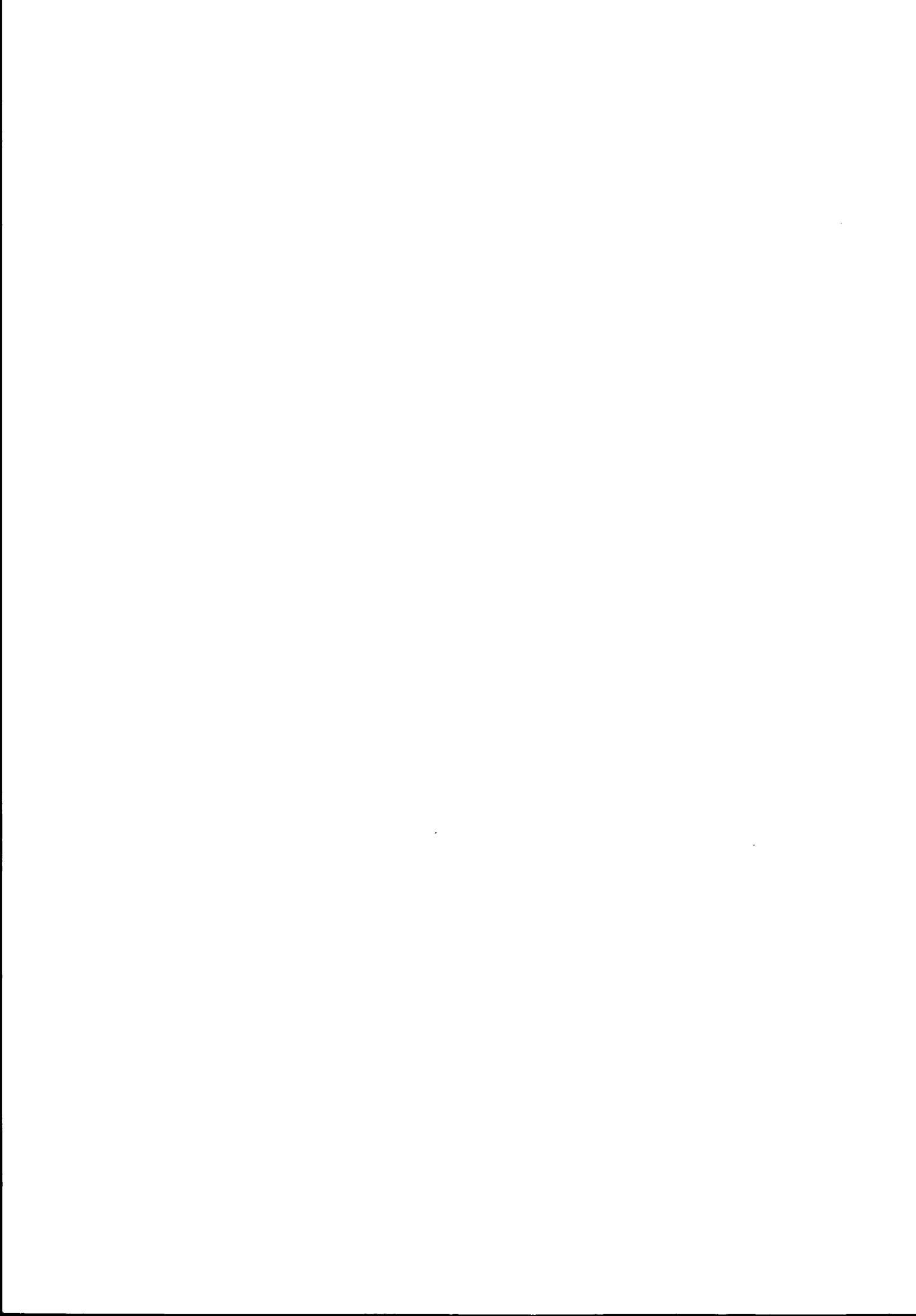
$$VDT = \alpha / \beta$$

B) hypothèse de coefficients des caractéristiques du système de transport S_i dépendant des caractéristiques des usagers

$$U = \alpha + \sum \alpha_i * S_i$$







O.R.T. Pays de la Loire

Rencontre "Modélisation" du 7 Nov. 1996

REFLET 2 (Voyageurs)

(A.GAUDEFROY, O.R.T. Pays de la Loire)

- D'abord quelques mots sur l'O.R.T. : Comme dans toutes les régions françaises, un O.R.T. a été mis en place pour collecter, traiter, diffuser les informations statistiques utiles pour les transports. En région des Pays de la Loire, comme dans plus de la moitié des régions françaises, a été créé une association Loi 1901 pour favoriser le partenariat et se donner les moyens de remplir les missions dévolues aux observatoires en relation étroite avec l'O.E.S.T. .

- L'O.R.T. des Pays de la Loire avait en outre la mission de mettre au point des outils qui apparaissaient nécessaires aux besoins régionaux. Pour cela il s'est appuyé largement sur les Universités de la région et même des régions périphériques.

- Dès la création de l'association ,en Juin 1995 ,une rencontre a été organisée pour mieux connaître les attentes et les priorités de ses partenaires. Celles ci très clairement et majoritairement portaient sur la connaissance de la demande de déplacements . Monsieur SCHEER en particulier Vice Président du Conseil Regional et Vice Président de l'O.R.T. souhaitait connaître la demande de transports interurbains pour apprécier l'utilité de telle ou telle infrastructure projetée ,ne souhaitant pas investir s'il n'était pas assuré de cette utilité .

- L'O.R.T. notant par ailleurs la nécessité de disposer d'un outil de simulation multimodal pour l'étude du Schéma Régional Transports, mais aussi des S.D.I.,et après inventaire des modèles existants en France et à l'étranger ,il engagea la mise au point du modèle 1995.

- Il n'y avait pas en effet de modèle multimodal adapté à l'étude des S.R.T.

- . trop complexes comme le modèle MATISSE de l'INRETS

- . émanant d'organismes d'études qui refusaient de fournir les règles de fonctionnement

- . fondés sur des règles inappropriées en étant dérivés de modèles urbains (Par exemple le modèle POLYDROM ne peut avoir

grande valeur pour la prévision avec 3000 à 4000 coefficients de calage).

- L'O.R.T. s'est soucié ainsi de réaliser un modèle simple, compréhensible par les décideurs locaux et appropriable par ses utilisateurs. Il devait surtout prendre en considération au moins les modes routier et ferré (les flux routiers et ferrés ne sont pas indépendants, l'étude d'un type de flux sans considérer l'autre type n'ayant guère de sens)

- La mise au point s'est faite en collaboration avec les Universités d'Angers et de Tours, dans le cadre d'un Comité de pilotage auquel participaient la D.R.E., la S.N.C.F., le C.E.T.E., et un cabinet d'études . C'est grâce au C.E.T.E. de l'Ouest et à la S.N.C.F. que le modèle a pu être mis au point, ceux-ci nous ayant fourni les informations nécessaires sur les flux routiers et les flux ferrés.

- La Région des Pays de la Loire, profitant de l'existence du modèle, a bien voulu confier à l'O.R.T. l'étude trafics du Schéma Régional Transports. Cela a permis de roder le modèle dans une situation réelle, de vérifier sa validité et de l'améliorer considérablement.

- Constatant la qualité du modèle, l'O.R.T. a jugé souhaitable d'en faire bénéficier les autres régions françaises.

L'O.R.T. a ainsi réécrit complètement le modèle, et l'a rendu "presse-bouton" (sous EXCEL) pour permettre à n'importe quel opérateur d'une région, d'un O.R.T. ou d'une D.R.E. de l'utiliser de manière autonome .

- Pour permettre sa diffusion dans les régions françaises et son exploitation, l'O.R.T. qui n'est pas un bureau d'études et dont les moyens sont limités, a mis en place un groupement technique constitué par l'O.R.T., le C.E.T.E. de l'Ouest, l'I.U.T. de St Nazaire, et l'Université de Tours (Centre d'Etudes Supérieur d'Aménagement).

- L'O.R.T. n'avait pas procédé autrement avec les cartes des temps minima d'acheminement des transports routiers: Après leur mise au point en 1994, la réalisation de quelques cartes sur Lyon, Bordeaux, Angers , Toulouse, Bayonne, il éditait une plaquette méthodologique pour ceux qui souhaitaient en réaliser, et passait la main .Ainsi

l'I.U.T. de Saint Nazaire ,section logistique ,a réalisé de telles cartes , mais aussi l'Observatoire Transports du Nord Pas de Calais , l'I.U.T. étant par ailleurs intéressé par les prolongements des cartes sur ses enseignements en logistique .Aujourd'hui il y a ainsi 35 cartes réalisées en France ou en cours de réalisation. Leur extension est maintenant prévue sur toute l'Europe.

II. Principes du modèle REFLET 2

- Deux agglos, flux de Voyageurs Fij

On constate dans la réalité que les flux de voyageurs sont proportionnels au poids socio-économique de l'agglomération i à l'émission, de l'agglomération j à l'attraction.

$$F_{ij} = E_i \times A_j$$

- 4 motifs de déplacements sont distingués : Essentiel car les comportements (donc les lois constatées) vis à vis des déplacements diffèrent fortement selon le motif (Travail ,Étudiant ,Professionnel , Achats et visites)

- f (Cij) , fonction du coût du déplacement entre les 2 agglos i et j. : Les flux de voyageurs décroissent lorsque le coût du déplacement croît; le coût généralisé du déplacement étant constitué de tous les éléments ressentis par l'utilisateur lors de ce déplacement, à commencer par le temps passé et les dépenses en francs occasionnées par le déplacement, en mode routier comme en mode ferré.

On calcule ainsi les coût de déplacement sur fer et sur route; c'est l'association des 2 qui fournit le coût généralisé du déplacement.

- Les flux générés par les 2 agglos se répartissent sur le fer et la route, selon les coûts de déplacements sur mode ferré et routier. La loi retenue est une loi très classique dite "Loi d'Abraham":

Plus le coût routier par rapport au coût ferré sera élevé, moins il y aura de trafics sur la route,et plus il y en aura sur le fer.

- Schéma de principe du modèle :

.Données socio-économiques et d'infrastructures .

. Génération .

. Répartition

Les coefficients sont ajustés sur la région considérée, la mobilité par habitant pouvant différer d'une région française à une autre selon des raisons historiques, culturelles ou autres.

Dans le cas de zone géographique particulière appartenant ou non à la région étudiée, avec des mobilités différentes pour des raisons culturelles, historiques ou économiques (par exemple zone frontière ou région parisienne), il est possible de procéder à un ajustement spécifique pour tenir compte de cette spécificité (ajustement des données socio-économiques qui deviennent des données "équivalentes").

- Les résultats obtenus sont tout à fait satisfaisants puisque l'écart moyen relevé entre les flux calculés et les flux constatés est inférieur à 10 %.

Plusieurs contrôles ont été effectués par ailleurs:

- . avec les résultats du baromètre d'opinions "USAGERS"
- . avec les comptages routiers
- . avec les flux ferrés

Par ailleurs la S.N.C.F. a reproché à l'O.R.T. d'avoir publié des informations confidentielles sur les flux avec Paris alors qu'ils avaient refusé de les fournir, les valeurs obtenues par le modèle étant très proches des siennes.

Afin notamment d'affiner le modèle, une exploitation systématique des enquêtes d'opinions auprès des usagers et des enquêtes complémentaires sont en cours pour affiner le poids des facteurs de qualité et de pénibilité qui interviennent dans la décision de se déplacer et le choix du mode de déplacement.

III. Étude Schéma Régional Transports

1) Reconstitution de la situation actuelle

- D'abord bien connaître et décrire la situation actuelle, en ce qui concerne:

- . les données socio-économiques
- . les caractéristiques des infrastructures, routières et ferrées.

Si ces informations ne sont pas fiables, les résultats obtenus par le modèle ne le seront pas.

- Travail assez lourd pour être d'une réelle qualité (3 mois nécessaires pour l'étude type Pays de la Loire par un chargé d'études, 2 mois pour le recueil de données)

Route: Temps de parcours, la distance routière, le % de 2x2 voies (le % de 2x2 voies constitue un élément de confort et de sécurité auquel l'automobiliste est sensible), le péage éventuel.

Fer: Le temps de parcours de gare à gare (temps pondéré ou équivalent pour tenir compte des différents temps de parcours: pour le S.R.T. Pays de Loire, nous avons pris, faute de temps disponible, le meilleur temps), le diamètre de l'agglomération avec la localisation de la gare, le prix moyen du billet par motif, le nombre de possibilités de séjour (de 8 h 30 à 18 h 30, 4 h) ou les fréquences de trains .

- Outre la nécessité de disposer des données les plus complètes et précises que possible sur la situation actuelle, il y a intérêt de disposer d'un inventaire de la situation actuelle, élément clef pour la recherche et la définition de nouvelles infrastructures.

- Certains traitements peuvent ainsi être effectués pour tirer parti de cet inventaire:

- . Lignes isochrones
- . Vitesse selon les potentialités de déplacement.

- Le modèle calcule alors les flux de voyageurs sur route et sur fer (22 agglos considérées dans la région et régions périphériques). Il importera préalablement d'ajuster les coefficients qui interviennent dans le calcul (4 par motif, et 6 pour les "tous motifs"), de manière à minimiser les écarts entre les flux constatés et les flux calculés. Normalement ces coefficients sont voisins de ceux des Pays de la Loire, et il conviendra de procéder aux ajustements sur une région à partir de ceux ci.

- Part de marché fer .

2) Étude de scénarios (flux à l'horizon 2015)

- Après reconstitution de la situation actuelle, le modèle permet d'estimer les flux de voyageurs sur toute nouvelle infrastructure ou scénario d'infrastructures. Pour la région des Pays de la Loire, il s'agissait de tester le schéma qui paraissait le plus vraisemblable à l'horizon 2015, et qui pouvait ainsi servir de référence au schéma définitif.

-Il faut encore pour l'horizon considéré, recueillir toutes précisions sur les infrastructures nouvelles afin d'alimenter le modèle, à commencer par les nouveaux temps de parcours ou de trajet.

- Le modèle calcule alors les flux de voyageurs relatifs au schéma d'infrastructures considérées. Il calcule aussi les évolutions par rapport au réseau initial (1995).

Route : Effets des nouvelles autoroutes, effet T.G.V.

Fer: Effets T.G.V., effets autoroutes, Angers Cholet

Part de marché fer: Axes T.G.V., effets autoroutes, Angers Cholet.

- Ces flux de voyageurs ont été calculés pour l'horizon 2015 sans effets revenu et P.I.B. .Avec une hypothèse moyenne d'accroissement des revenus moyens et du P.I.B., la mobilité globale va s'accroître de 1995 à 2015. Pour tenir compte de ces effets, dans le cas de cette hypothèse moyenne, il suffit d'augmenter les flux routiers de 50 %, les flux ferrés de 25 %. (hors effets d'infrastructures, ces effets étant déjà pris en compte dans la simulation) .

- La Région nous avait demandé par ailleurs, au niveau de la ligne Angers Cholet, de comparer les résultats obtenus par le modèle de la SCETA de la S.N.C.F.(fonctionne au niveau d'une ligne et non d'une région, sans distinguer les motifs de déplacements).

Il avait semblé dans une première approche que des différences sérieuses de sensibilité existaient entre les 2 modèles. En fait, les sensibilités sont comparables, ce qui est rassurant finalement pour ceux qui veulent utiliser un modèle .Toutefois le modèle SCETA ne peut être utilisé que par la S.N.C.F., ne peut porter que sur une ligne , ne distingue pas les différents motifs de déplacement ,et enfin présente quelques imperfections théoriques .

- La Région avait demandé à l'O.R.T. d'étudier ensuite plusieurs possibilités de transferts Rail sur Route. Après exploitation de statistiques relevées en France avant-après transfert Rail sur Route, une formule a été élaborée par l'O.R.T. (Abattement de 30 %).

Il est possible et facile de tester alors tout autre scénario à partir du scénario de base. Il faut un temps qui va de 15 secondes à 2 minutes selon la puissance du micro, et pour 30 agglomérations; par exemple:

- . T.G.V. Nantes Bordeaux
- . T.G.V. Nantes La Roche Sur Yon
- . Doublement du prix des carburants
- . Aménagement des gares

- . Cholet Angers selon le prix du billet
- . Cholet Angers selon le temps de parcours
- . Autres simulations

- Récapitulation:

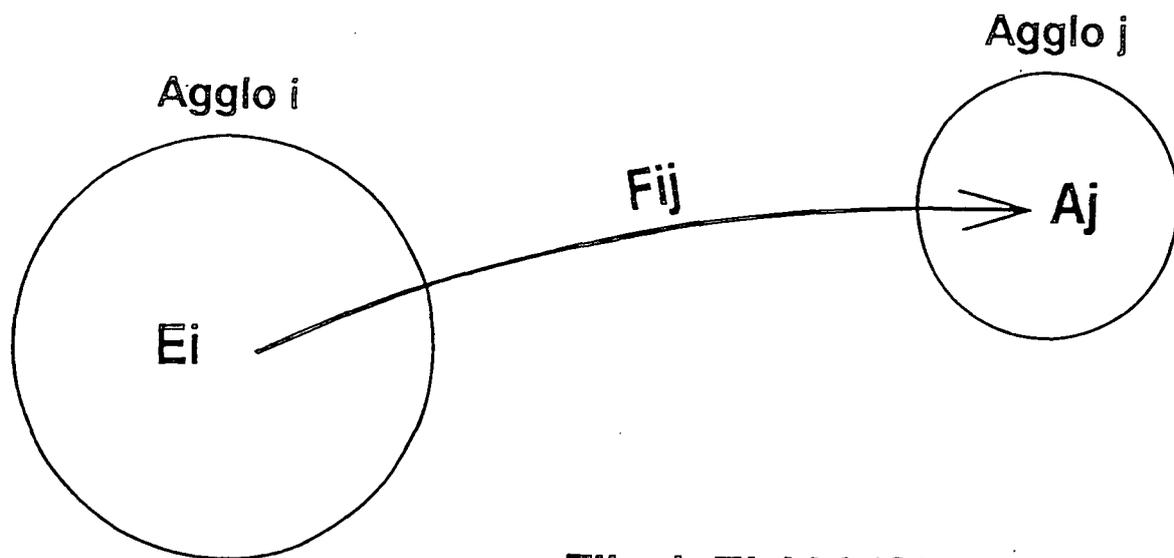
L'outil REFLET Voyageurs est disponible et opérationnel. Il peut être installé dans toute région française intéressée, soit auprès d'une Région Collectivité Territoriale, soit auprès d'un O.R.T. ou d'une D.R.E. (ou encore éventuellement D.D.E.).

Le modèle standard effectue le calcul pour 30 agglomérations. Il peut être étendu à 50 voire 100 ou même plus si nécessaire . Il peut ainsi estimer les flux de voyageurs sur toute la France en considérant les villes principales , y compris les villes étrangères proches des frontières . Cela serait d'ailleurs intéressant, car cela permettrait de comparer les flux calculés à la matrice des flux routiers établie par le S.E.T.R.A..

Mais attention, le travail de recueil des données et le temps de calcul croît comme le carré de la taille:

Une étude équivalente à celle effectuée dans les Pays de la Loire peut être effectuée en moins de 3 mois (2 mois pour le recueil de données), c'est à dire avant la fin de l'année. Une étude sur 50 agglos ou 100 agglos demandera un temps plus important et coûtera nettement plus cher.

Le modèle peut être utilisé par n'importe quel opérateur, avec toutefois un minimum de connaissance d'Excel . L'installation est effectuée par l'un des chargé d'études du "Groupement Technique" (O.R.T. ou C.E.T.E. ou Université) qui assurera par ailleurs une assistance technique pour en permettre une utilisation normale et autonome .



$$F_{ij} = k E_i A_j f(C_{ij})$$

ÉMISSION E_i

ATTRACTION A_i

Actifs —————> Emplois

Étudiants —————> Universités

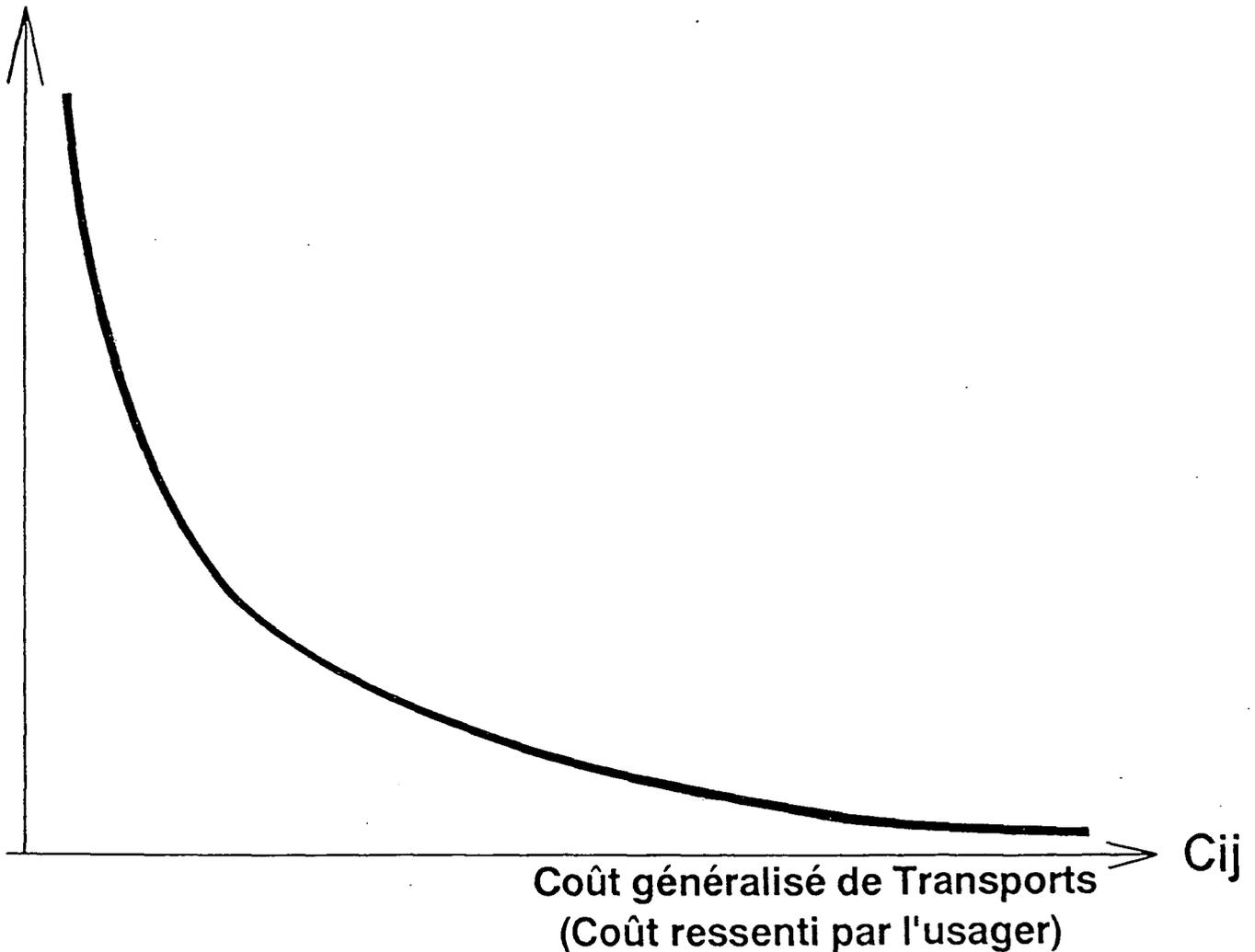
Actifs secteur tertiaire —————> Emplois tertiaires

Populations —————> Populations et
emplois tertiaires

$$f(C_{ij}) = \frac{1}{(C_{ij})^2}$$

C_{ij} : coût généralisé du déplacement

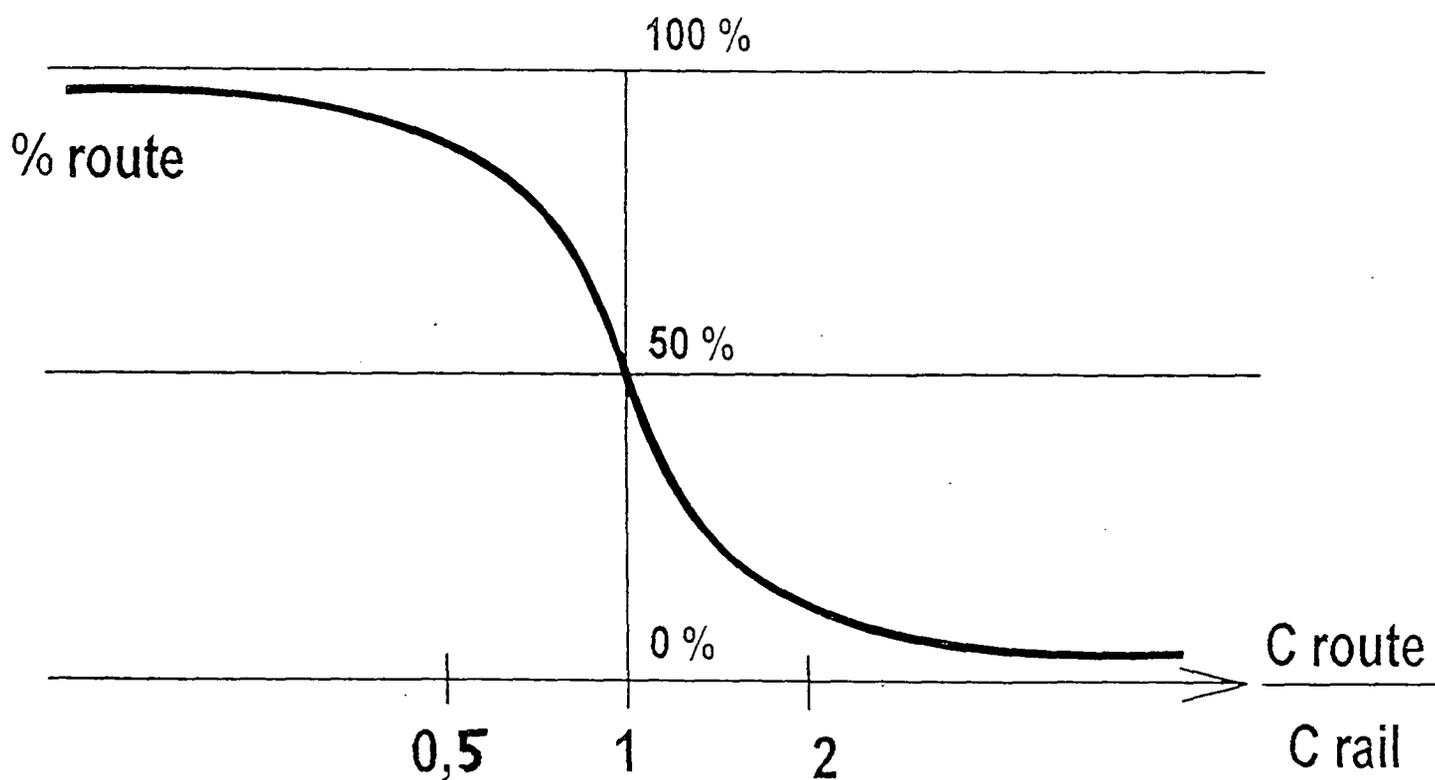
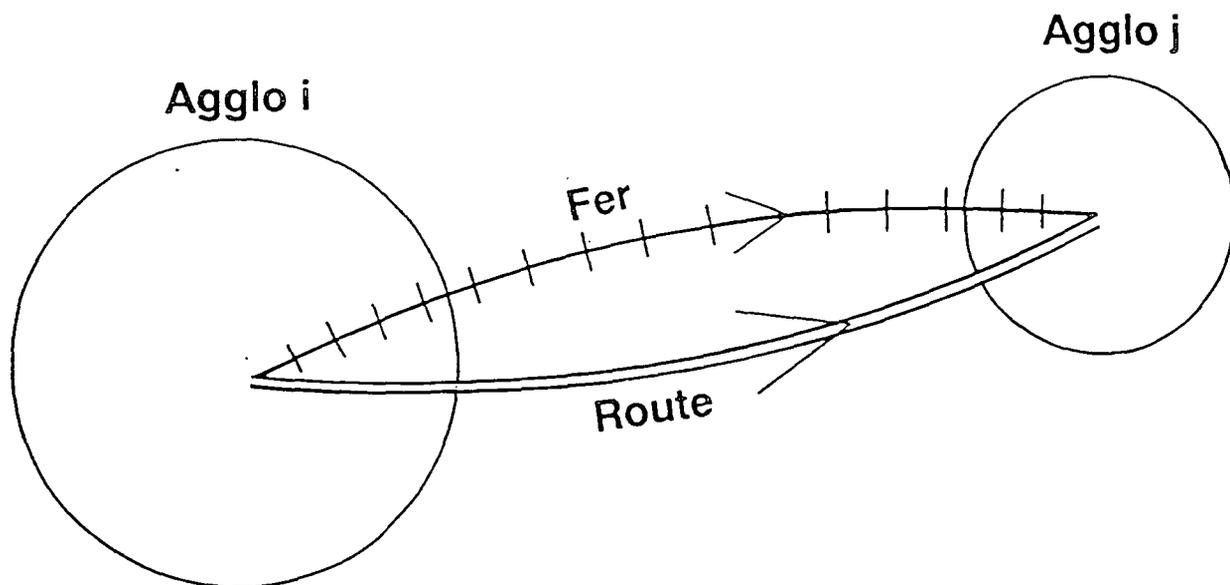
% déplacement



$$C_{fer} = a_1 d_{ii} + b_1 T_{ij} + \frac{c_1}{\sqrt{S_{ij}}} + P_{ij} + a_1 d_{jj}$$

$$C_{route} = a_2 T_{ij} + b_2 D_{ij} + P_{ij} + c_2 Q_{ij}$$

$$\left(\frac{1}{C_{ij}}\right)^n = \left(\frac{1}{C_{ij\ fer}}\right)^n + \left(\frac{1}{C_{ij\ route}}\right)^n$$



$$\% \text{ Flux route} = \frac{\left(\frac{1}{C \text{ route}} \right)^m}{\left(\frac{1}{C \text{ route}} \right)^m + \left(\frac{1}{C \text{ fer}} \right)^m}$$

EXTRAITS

"Manuel de l'utilisateur"



2) Coût généralisé Rail Route :

$$\frac{1}{C^n} = \frac{1}{C_r^n} + \frac{1}{C_f}$$

3) Les flux seront calculés avec la formule (type Reilly) suivante :

$$F_{ij} = r E_i A_j f(C_{ij})$$

Flux de voyageurs tous modes, E_i : valeur d'émission de l'agglomération 1, A_j : valeur d'attraction de l'agglomération j, C_{ij} : coût généralisé global (rail et route) entre les agglomérations i et j, r constante liée à la mobilité.

$$f(C) = \frac{1}{C^n} \quad f(C) \text{ fonction de conductance, avec } n \text{ voisin de } 2$$

La fonction de conductance peut être éventuellement une exponentielle pour les motifs Domicile Travail et Domicile Université :

4) La répartition entre rail et route s'effectue à partir de la formule ci-après :

$$\%F_{\text{route}} = \frac{(1/C_r)^m}{(1/C_r)^m + (1/C_f)^m} \quad \%F_{\text{fer}} = \frac{(1/C_f)^m}{(1/C_r)^m + (1/C_f)^m}$$

avec $m \approx 4, m \leq N$

(Voir démonstration des relations en annexe)

c- Modèle :

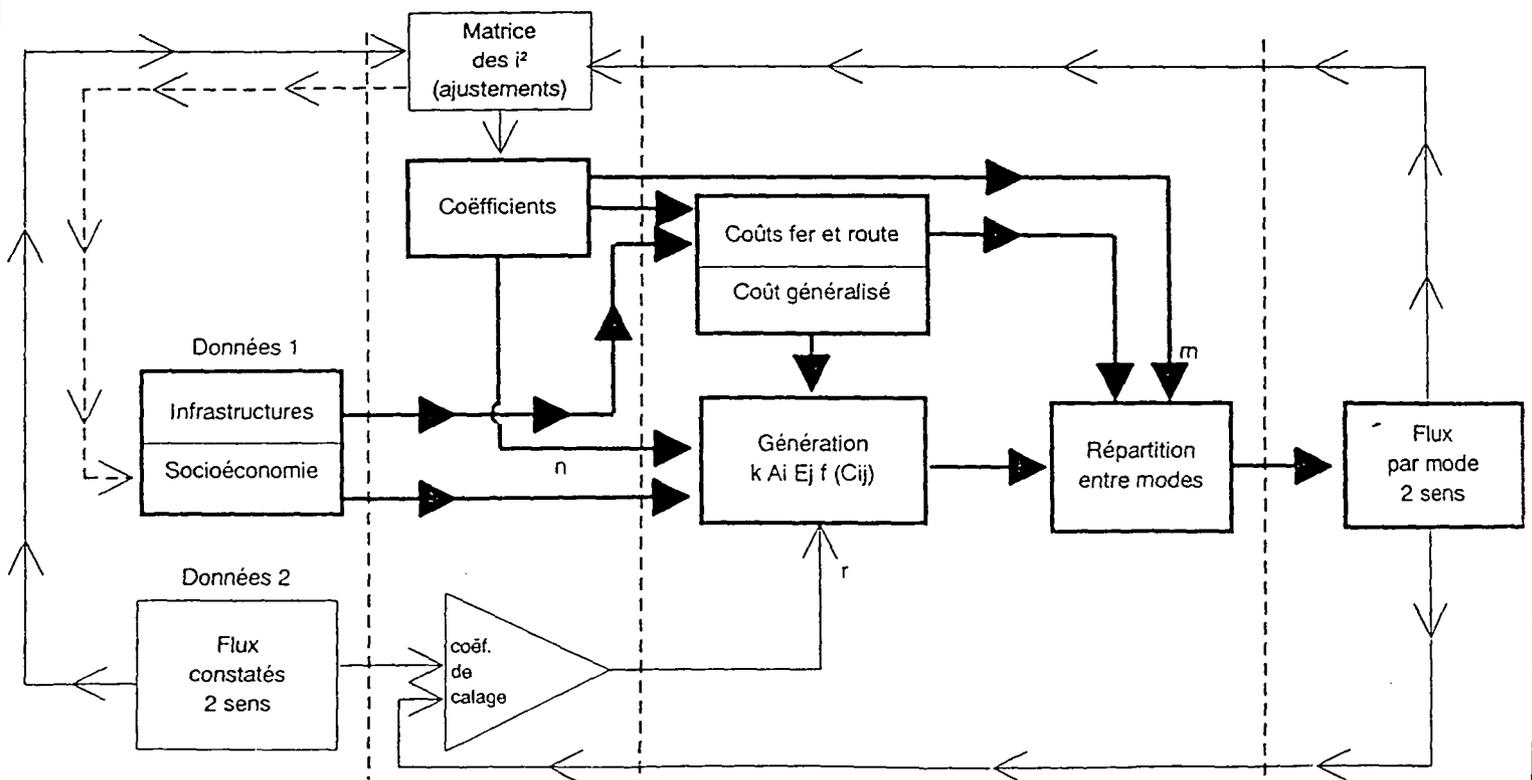
Le schéma de principe de fonctionnement du modèle est le suivant :

Données 1 et 2

Calage

Module de calcul

Flux 2



Pour ouvrir le modèle : cliquer Icone "REFLET 2 I" deux fois (1 lettre d'identification de l'utilisateur).

Le menu se présente ainsi :



MENU - REFLET 2

Atteindre les classeurs

Fermer REFLET 2

Données1

Données2

Calage

Flux2

Outils

Imprimer

Données	Temps	Dépenses	Qualité
Transports routiers	Temps routier	Péage autoroutier	% de 2 fois 2 voies
Transports ferroviaires	Temps ferroviaire pur	Prix billet 2° classe	Possibilités de séjour

Résultats	Flux journaliers	Flux calés / flux constatés	Part de marché
Transports routiers	Flux routiers	Rapport des flux route	
Transports ferroviaires	Flux ferroviaires	Rapport des flux fer	Part de marché SNCF
Tous modes	Flux tous modes		