

**ACTES DE LA JOURNEE DE PRESENTATION  
DES TRAVAUX DE MODELISATION  
DES TRAFICS DE MARCHANDISES  
MENES AU SES**

**JEUDI 13 NOVEMBRE**

**SERVICE ECONOMIQUE ET STATISTIQUE  
Département des Etudes Economiques**

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

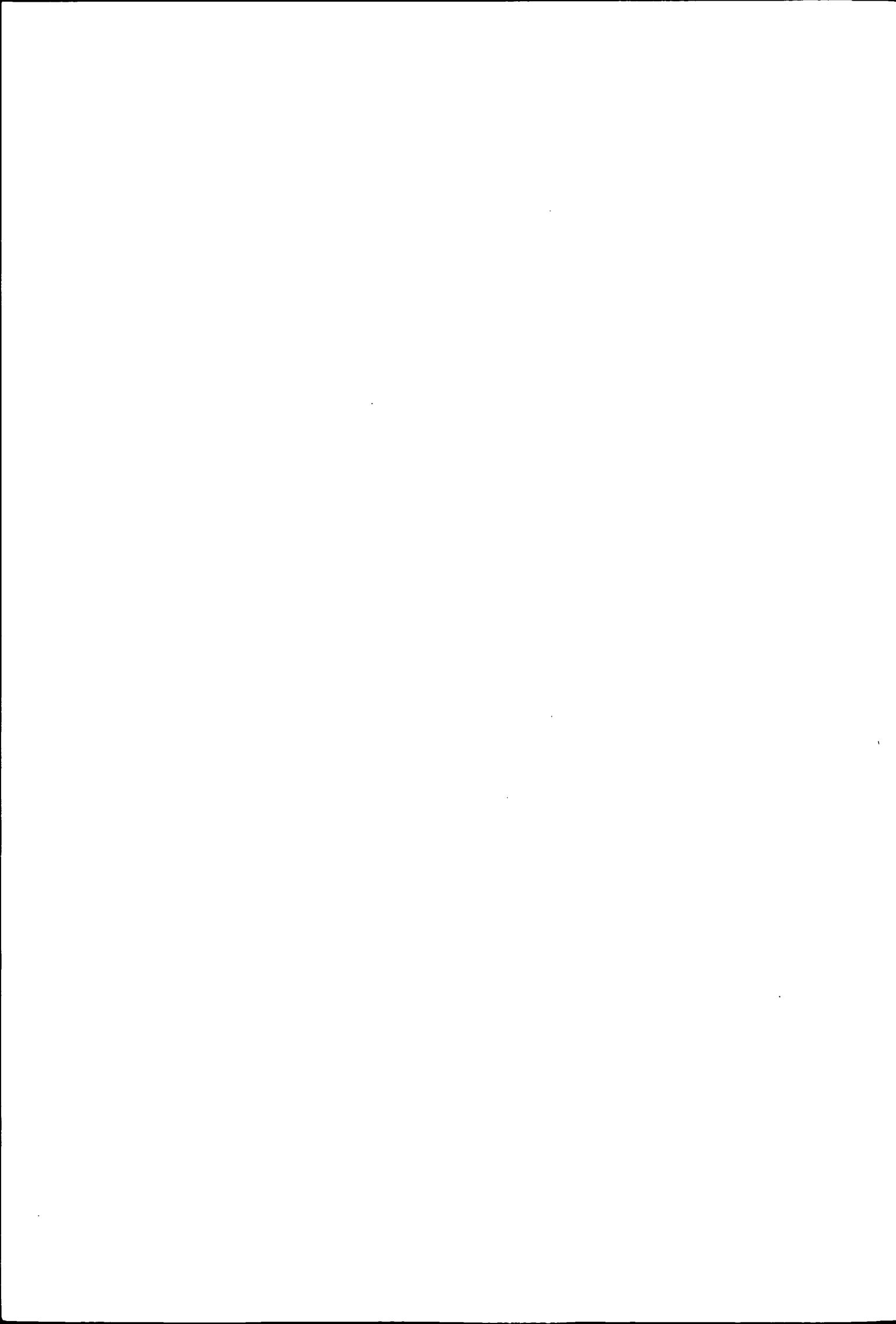
**CDAT  
11793**



# Travaux de modélisation des trafics de marchandises

## Sommaire

- \* *Les exercices de prévision des trafics de marchandises : histoire et perspectives* \_\_\_\_\_ 7  
M. GIRAULT (DEE)
- \* *L'apport de la cointégration à la prévision des trafics de marchandises par produit* \_\_\_\_\_ 53  
K. MEYER (DESI/Sncf)
- \* *Modèle de simulation des flux interrégionaux de marchandises à long terme* \_\_\_\_\_ 83  
C. CALZADA (DEE)
- \* *Modèles d'interactions spatiales - effets réseaux et effets frontières* \_\_\_\_\_ 113  
D. ROBERT (DEE)
- \* *Les effets des caractéristiques logistiques sur la modélisation du choix modal et la valeur du temps* \_\_\_\_\_ 143  
F. JIANG (DEE)
- \* *Estimation d'une élasticité de substitution et d'une fonction de demande de travail dans le TRM* \_\_\_\_\_ 175  
R. DUHAUTOIS, G. DELVAUX (ST2)
- \* *Le programme de recherche européen REDEFINE* \_\_\_\_\_ 179  
M. GIRAULT, F. LERAY (DEE)
- \* *Modélisation dynamique de la 'filiale logistique Bois-Papier-Carton'* \_\_\_\_\_ 221  
V. GACOGNE (IMTL)



**ACTES DE LA JOURNEE CONSACREE A LA PRESENTATION DES  
TRAVAUX DE MODELISATION DES TRAFICS DE MARCHANDISES  
MENES AU SEIN DU DEPARTEMENT DES ETUDES ECONOMIQUES DU SES**

Ce volume rassemble l'ensemble des communications de cette journée qui s'est tenue Tour Pascal B sur le site de La Défense, le jeudi 13 novembre 1997.

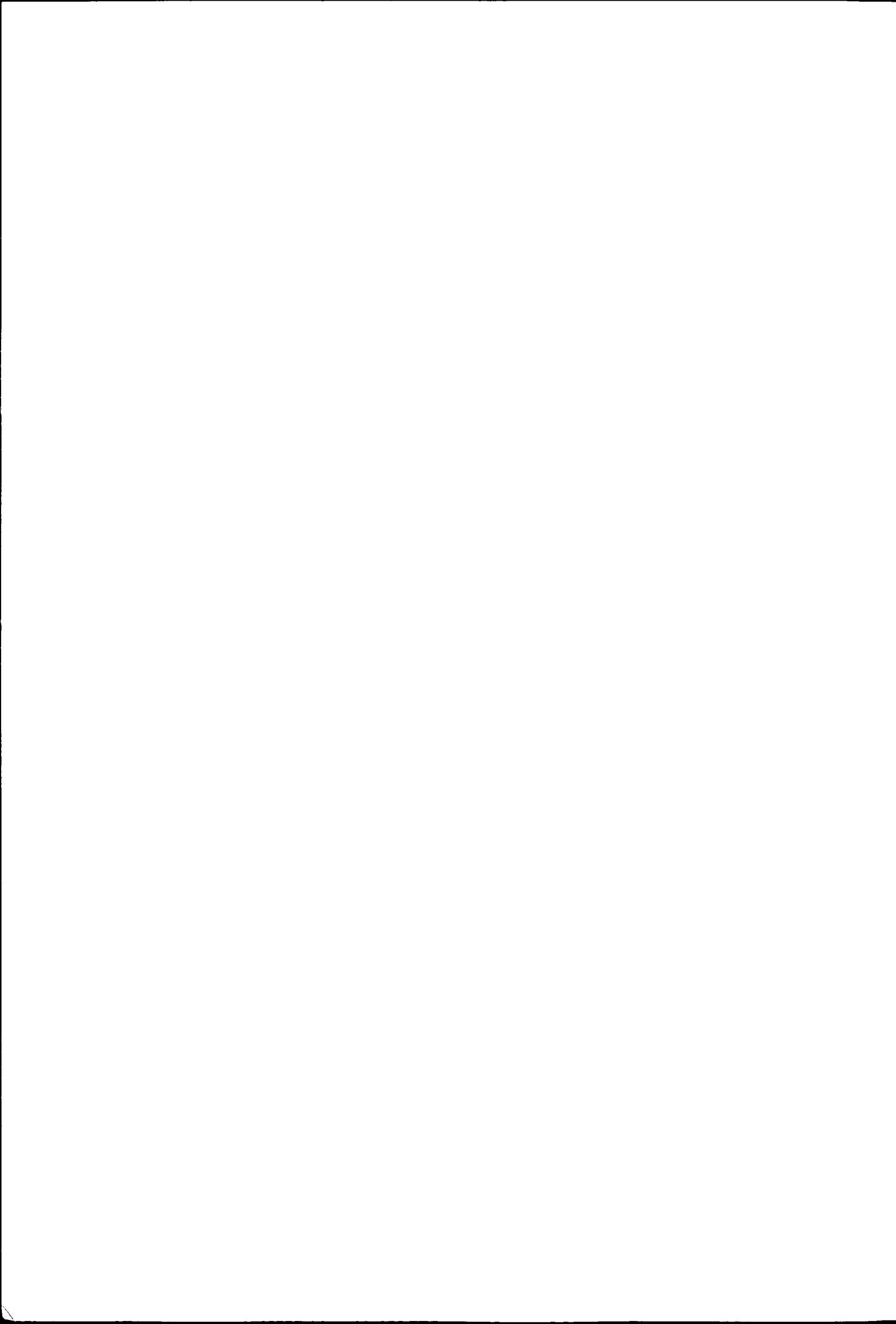
Cette journée poursuivait un double but :

- \* présenter les travaux passés et actuels réalisés au sein du département des études économiques du SES à un large public,
- \* lancer un 'club d'échanges 1998' ouvert à tous sur ces problèmes, club parrainé par le SES.

La nécessité de présenter en un court laps de temps la diversité des travaux de modélisation menés au SES ; la nouveauté de certains travaux ; a conduit intervenants comme participants à un sentiment légitime de 'frustration'. C'est pourquoi au delà des copies des interventions, nombre de papiers dits de référence ont été joints à ces actes. En outre lors des prochaines réunions du 'club d'échanges', il sera en fonction de la demande, tout à fait envisageable de revenir plus profondément sur les thèmes présentés.

Nous tenons à remercier l'ensemble des participants à cette journée, en espérant qu'ils trouveront dans ce volume une première réponse à leurs interrogations et en espérant les retrouver lors des prochaines réunions du 'club d'échanges'.

Christian CALZADA



## ***Coordonnées des intervenants***

### **M. Maurice GIRAULT**

METL / SES / DEE - Tour Pascal B - 92055 LA DEFENSE Cedex 04  
bureau 1815  
tél. : 01 40 81 13 54 fax : 01 40 81 17 71

### **Mlle Karine MEYER**

Sncf / DESI  
45 rue de Londres 75379 Paris Cedex 08  
tél. : 01 53 42 07 48 fax : 01 53 42 07 84

### **M. Christian CALZADA**

METL / SES / DEE - Tour Pascal B - 92055 LA DEFENSE Cedex 04  
bureau 1823  
tél. : 01 40 81 16 58 fax : 01 40 81 17 71  
E.mail : calzada@eises.equipement.gouv.fr

### **M. Didier ROBERT**

METL / SES / DEE - Tour Pascal B - 92055 LA DEFENSE Cedex 04  
bureau 1802  
tél. : 01 40 81 13 19 fax : 01 40 81 17 71  
E.mail : robert@eises.equipement.gouv.fr

### **M. Fei JIANG**

METL / SES / DEE - Tour Pascal B - 92055 LA DEFENSE Cedex 04  
bureau 1802  
tél. : 01 40 81 13 19 fax : 01 40 81 17 71  
E.mail : jiang@eises.equipement.gouv.fr

### **M. Richard DUHAUTOIS**

METL / SES / ST2 - Tour Pascal B - 92055 LA DEFENSE Cedex 04  
bureau 1922  
tél. : 01 40 81 13 86 fax : 01 40 81 17 72

### **M. Guillaume DELVAUX**

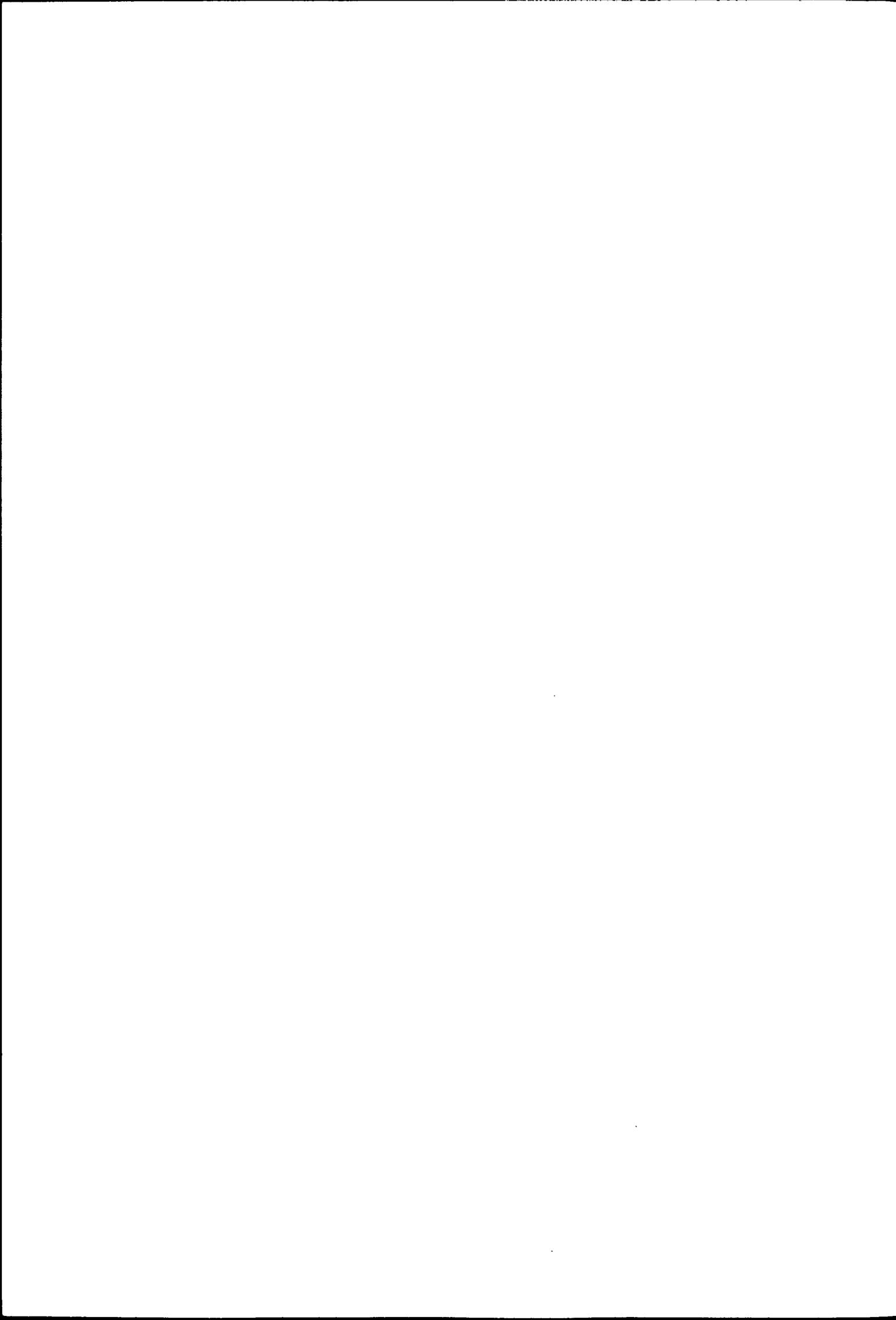
METL / SES / ST2 - Tour Pascal B - 92055 LA DEFENSE Cedex 04  
bureau 1928  
tél. : 01 40 81 17 84 fax : 01 40 81 17 72

### **M. Frédéric LERAY**

METL / SES / DEE - Tour Pascal B - 92055 LA DEFENSE Cedex 04  
bureau 1822  
tél. : 01 40 81 13 52 fax : 01 40 81 17 71  
E.mail : leray@eises.equipement.gouv.fr

### **Mlle Valérie GACOGNE**

Institut du Management Transport Logistique - Université Paris - Val de Marne  
Avenue Pierre Point - 77127 LIEUSAIN  
tél. : 01 64 13 44 91 fax : 01 61 43 45 04



## LES EXERCICES DE PREVISION DES TRAFICS DE MARCHANDISES: HISTOIRE ET PERSPECTIVES

Maurice GIRAULT (SES/DEE)

### *Une approche multimodale détaillée par produit*

\* Le champ: les transports routiers, ferroviaires et fluviaux. Le plus souvent les oléoducs ne sont pas pris en compte.

### *1. Les modèles nationaux détaillés par produit: 1<sup>ère</sup> et deuxième génération*

Dés la fin des années 70 de tels modèles sont utilisés pour prendre en compte la restructuration des industries lourdes en France (auparavant, une modélisation du total des transports terrestres en t-km en fonction du PIB était satisfaisante).

Ce modèle PRETRAM est utilisé pour des prévisions à court terme, les prévisions par produits permettent une projection tous modes et par mode. Ce modèle est abandonné dans les années 80, faute de disposer de prévisions des variables explicatives.

Une deuxième génération de modèles est mise au point dans les années 1992-95 en se fondant sur les données de comptabilité nationale, au niveau NAP 40, pour des projections de long terme (2010-2015), pour lesquels on dispose de scénarios macro-économiques cohérents (les scénarios DIVA du BIPE).

- le trafic tous modes;
- le trafic routier et la part modale de la route;
- les transports internationaux.

Le transport ferroviaire et fluvial est modélisé globalement.

Les projections annuelles sont effectuées avec une batterie de modèles globaux.

### *2. Les travaux de régionalisation*

- Approche descendante (CER à Aix-en-Provence)
- Approche par l'économétrie de données de panels (Cesure)

### *3. La modélisation sur données trimestrielles (ou mensuelles)*

Les techniques de cointégration: les travaux de Karine Meyer

- les élasticités de court et de long terme;
- l'impact des prix sur le trafic tous modes.

Les modèles ARIMA.

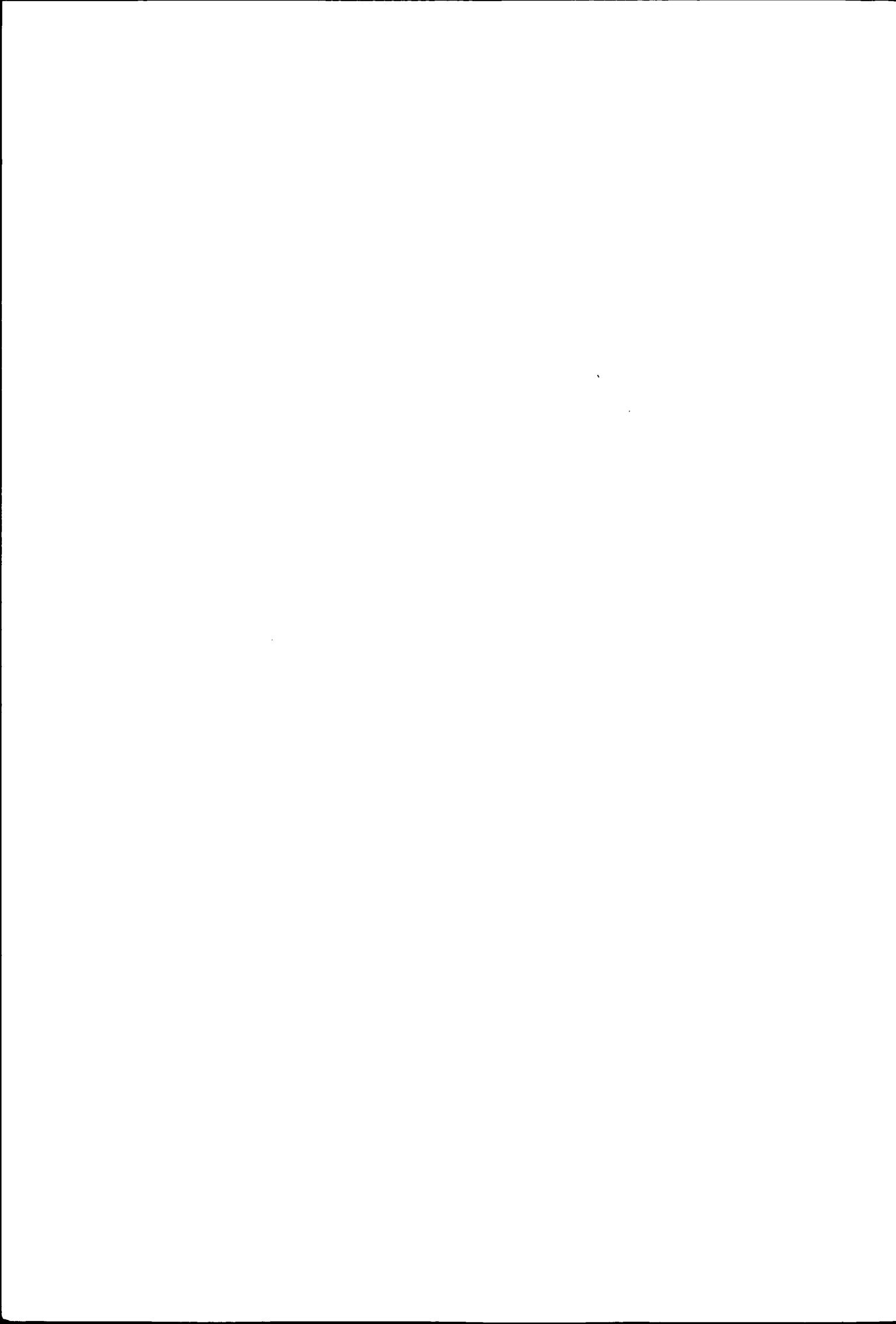
La modélisation multivariée.

### Documents fournis :

- copie des transparents,
  - notes de synthèse parues sur le domaine à ce jour :
- 03/94, 01/95, 03/95, 11/95, 03/96, 01-02/97, 05-06/97.

### Pour en savoir plus :

*La demande de transports en 2015*, Les Etudes du SES, septembre 1997, METL/DAEI/SES, ISBN 2-11-089597-7, 56-97, prix : 200 F.



## Modèles OEST de projection à LT des trafics de marchandises

### I Les modèles de génération de trafics détaillés pour 10 à 15 produits

*Le trafic par produit est fonction d'indicateurs de comptabilité nationale au niveau NAP 40.*

- 1 Trafic intérieur tous modes François Bouton 1993
- 1 bis Trafic international terrestre tous modes François Bouton  
dont routier
- 2 Trafic national routier Hong Le Thi Minh 1994

### II Part modale de la route en fonction des prix routiers et longueurs d'autoroutes

- 2 bis part modale de la route Hong Le Thi Minh  
*modèles désagrégés pour 10 produits*

### III Modèle global de trafic ferroviaire et fluvial:

*génération de trafic et concurrence des autres modes*

- 3 Trafic ferroviaire modèle global JC Blain
- Trafic fluvial  
 $\text{trafic} = f(\text{Prod. ind., BTP, agri, Prix, Longueur autoroutes})$

### IV Approfondissement des modèles de génération des trafics internationaux détaillés par produits

*Le trafic par produit est fonction d'indicateurs de comptabilité nationale au niveau NAP 40.*

- 4 Trafic maritime y c DETRA Scarlett Hello 1995
- Trafic portuaire français: DPNM Béatrice Gasser à partir du modèle ci-dessus
- 5 Trafic international tous modes Didier Warzee 1995  
Trafic international terrestre (hors DETRA)  
dont routier  
(part modale de la route dans l'international terrestre)

Mise en cohérence avec le maritime

NST-NAP Fr Bouton\*\*

**Trafics par produits et branches conomiques associées**

<b>NST Produits transportés</b>	<b>NAP 40</b>	<b>Branches économiques</b>
0 prod. agricoles et bois	T01+T20	agriculture
1 prod. agroalimentaires	T02+T03	IAA T02 viande et produits laitiers
2 charbon	T04	mines et cokeries
3 pétrole	T05	Industrie pétrolière
4A + 5A produits ferreux	T07	Sidérurgie (+travail des métaux)
4B + 5B prod. non-ferreux	T08	métallurgie des non-ferreux
6A mat. de construction	T09 ou T24	Matériaux et/ou BTP
7+6B+		
8A+8C   engrais et prod. chimiques	T11	chimie de base
8B pâte à papier	T21	papier carton
9A matériel de transport	T16	industrie automobile
9B machines et art. métalliques	T13 et T14	trav. des métaux et mécanique
9C verre	T10	verre
9D produits div. et messagerie	T21 U06	papier carton (ou biens de consommation)

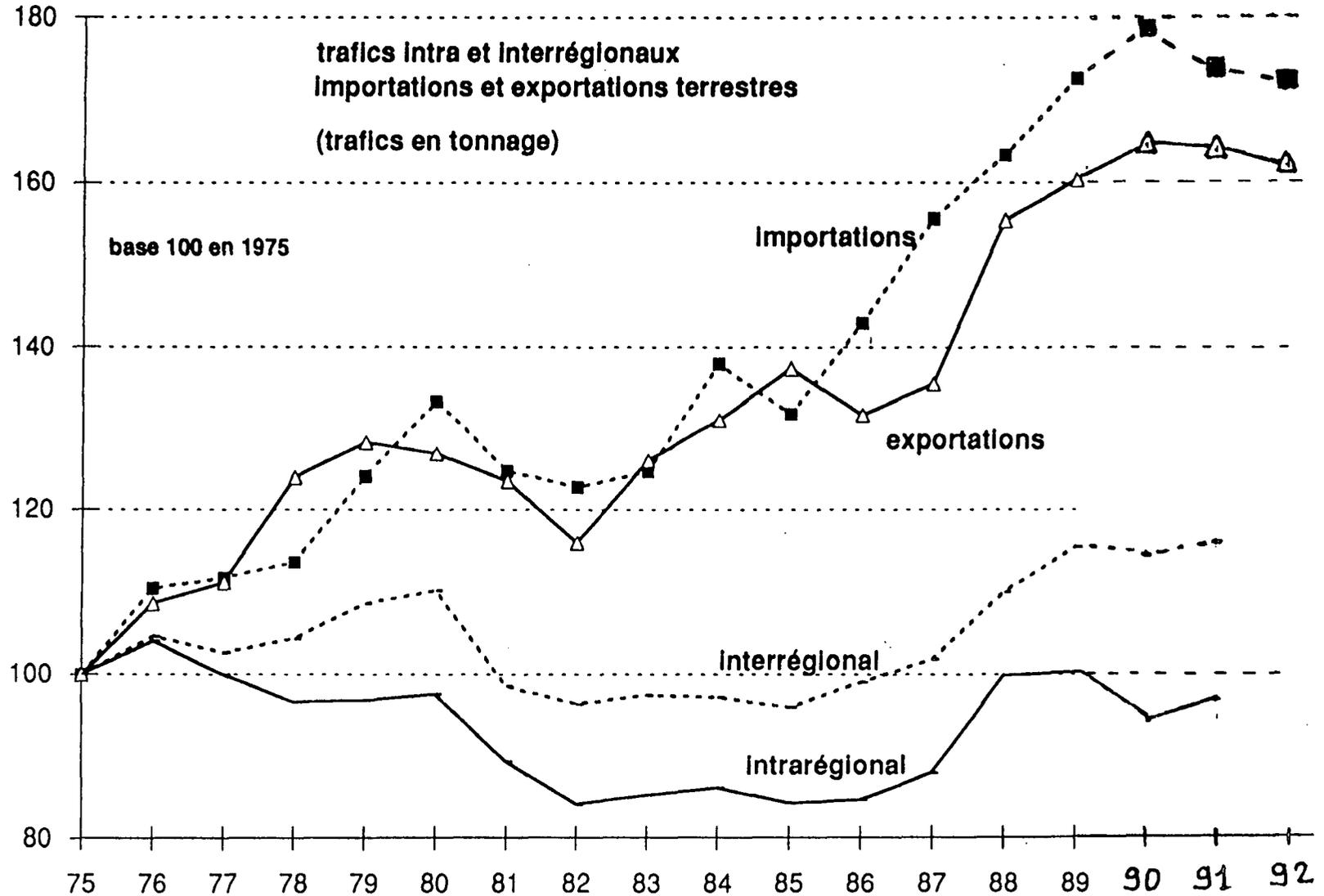
## T synthèse prévision

## Le trafic intérieur tous modes (hors pavillon étran

	Trafic tous modes en 1990		Indicateurs Compta.Nat.	TCAM en %			milliards t-km		
				Trafic 2010			Trafic 2010		
				Scénario			Scénario		
prod. NST	mds T-KM		bas	central	haut	bas	central	haut	
1	0	20,6	Production T01	1,0	1,2	2,0	25,2	26,2	30,9
2	1	30,3	Production T02	1,5	2,8	3,3	41,1	52,6	58,0
3	2	3,2	Production T04	-10,0	-11,7	-6,3	0,5	0,4	1,3
4	3	9,1	Production T05	1,3	2,5	2,9	11,7	15,0	16,3
5	4A + 5A	13,3	Production T07						
			exports T07	-2,9	-1,5	0,6	7,4	9,8	15,0
6	4B + 5B	2,6	Production T08	-0,6	0,4	3,0	2,3	2,8	4,7
7	6A	30,4	Cons.interm.T24	-1,2	1,0	3,3	24,1	37,4	57,8
8	7+6b+8a+8c c	18,4	VA T11	-1,7	-1,3	1,3	13,0	14,2	23,6
9	8B	1,0	Production T21	-1,9	-0,9	0,5	0,7	0,9	1,2
10	9A	5,1	Production T16	-0,6	2,5	5,6	4,6	8,4	15,3
11	9B	5,2	Production T13	-0,8	0,5	3,3	4,4	5,8	9,9
12	9C	1,9	Production T10	0,9	1,7	2,8	2,3	2,7	3,3
13	9D	30,4	CI T21	1,1	2,4	3,6	37,8	48,6	61,4
	Total	171,7		0,1	1,4	2,8	175	225	299

Gr 3 75-89 intra inter-rég-nat

### Evolutions des trafics 1975-89 :



T synth internationale

Evolution du trafic international terrestre 1990-2010 (hors transit)

en tonnes

TCAM (%)

produits NST	Scénarios			Scénarios		
	bas	central	haut	bas	central	haut
	<i>à l'importation</i>			<i>à l'exportation</i>		
0 prod. agricoles	3,4	4,6	6,9	1,6	1,1	2,1
1 prod. agroaliment.	3,6	5,1	5,6	3,1	4,6	5,9
2 charbon	-6,8	-5,9	-4,2	2,1		
3 pétrole	2,1	4,2	6,0	-0,4	-2,2	-0,3
4 minerais	4,6	5,9	7,7	-7,4	-6,5	-5,5
5 prod. métallurgiques	-1,5	0,2	1,7	-2,5	-1,3	0,0
6 matériaux de construction	2,1	4,8	7,8	1,1	1,8	2,0
7+8 chimie et engrais	1,9	2,6	3,1	2,8	4,4	4,3
9 prod. manufacturés	2,0	3,5	4,8	2,1	4,4	6,7
<b>TRAFIC TOTAL</b>	<b>1,9</b>	<b>3,5</b>	<b>5,4</b>	<b>1,3</b>	<b>2,3</b>	<b>3,3</b>
dont trafic routier	2,6	4,3	6,3	2,6	4,0	5,2

**Trafics terrestres en France tous modes:  
synthèse incluant les PL étrangers**

	<i>mds t-km</i>	<i>t c a m</i>		
	<b>1990</b>	<b>croissance 2010/1990</b>		
		Sc. bas	central	haut
Trafic intérieur total	<b>172</b>	<b>0,1%</b>	<b>1,4%</b>	<b>2,8%</b>
Route pav. étranger	15,6			
import	8	2,6%	4,3%	6,3%
export	7,6	2,6%	4,0%	5,2%
<u>Ts modes, y c. PL étrange</u>	<b>188</b>	<b>0,4%</b>	<b>1,7%</b>	<b>3,1%</b>
Transit routier PL étranger	20	3,0%	5,0%	7,0%
Trafic total	<b>208</b>	<b>0,7%</b>	<b>2,1%</b>	<b>3,6%</b>

## Transports de marchandises:

très sensibles à l'évolution de l'économie  
poursuite de la croissance à cause de l'international

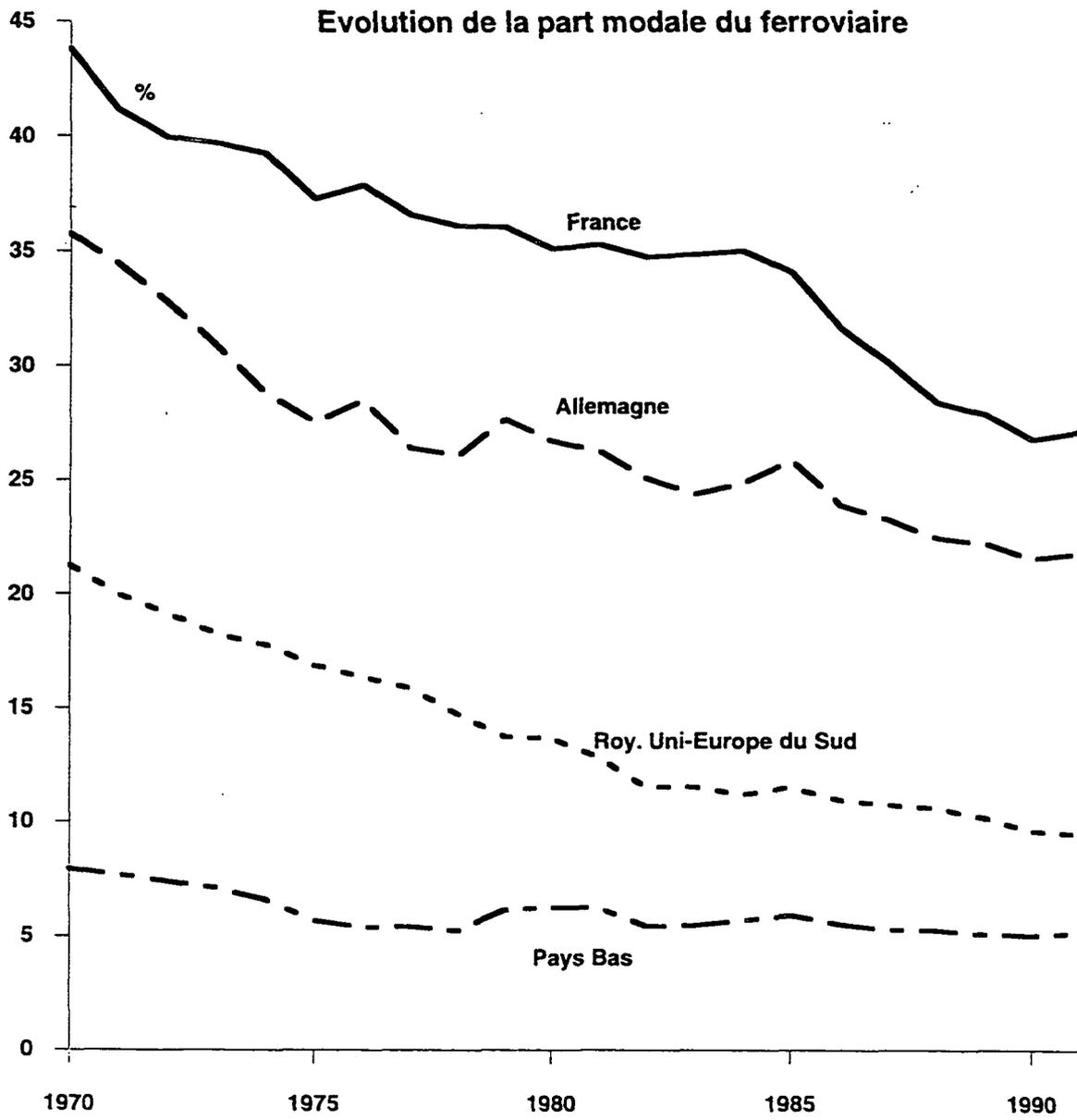
	mds de t-km 1992	tcam 1971-1992	tcam 1992-2015	mds de t-km 2015
0- TRANSPORT INTERIEUR TOUS MODES	216	2,0%	2,1%	346

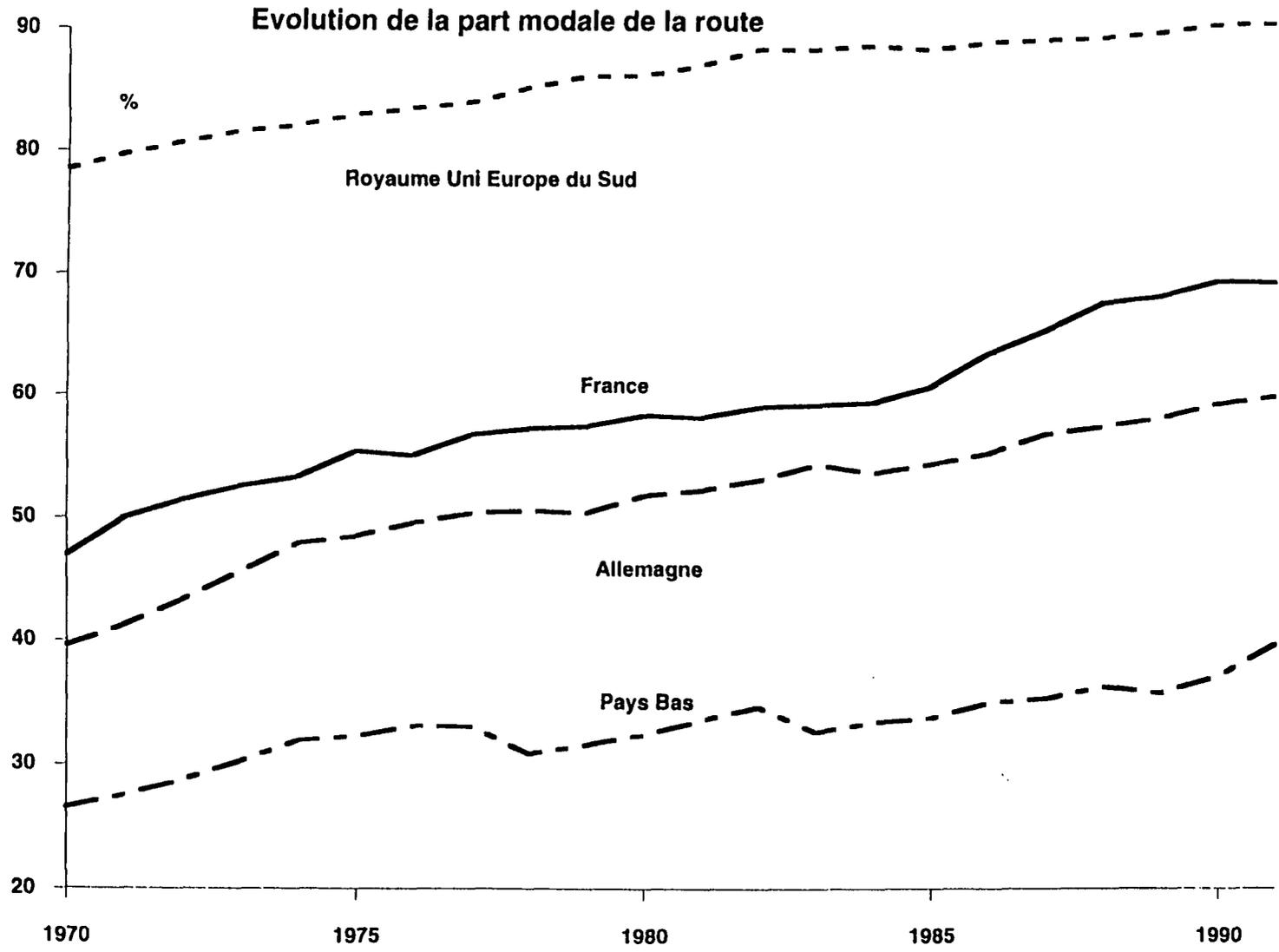
### I- EVOLUTION DES TRANSPORTS

	avant prise en compte des nouvelles infrastructures ferroviaires			
	1992	1971-1992	1992-2015	2015
<b>Transport routier</b>	161	3,5%	2,6%	288
- dont transport national	102	1,9%	1,2%	135
- dont échanges extérieurs français	34	6,6%	3,8%	80
- dont transport de transit	25	16,6%	4,8%	74
<b>Transport ferroviaire</b>	48,2	-1,3%	0,5%	53,5
<b>Transport fluvial</b>	6,9	-2,8%	-2,0%	4,4

### II- IMPACT DU TUNNEL SOUS LA MANCHE

<b>Transport routier</b> avec impact du tunnel sous la Manche	161	3,5%	2,5%	282
<b>Transport ferroviaire</b> avec impact du tunnel sous la Manche	48,2	-1,3%	0,9%	59,2
<b>Transport fluvial</b> avec la nouvelle réglementation	6,9	-2,8%	-1,6%	4,8

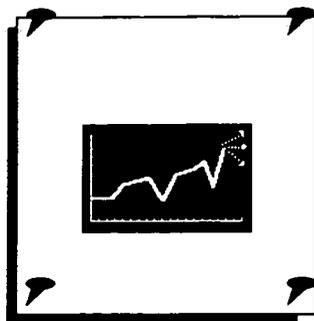




### Elasticités-prix de la part modale du transport routier

Sections NST considérées	part modale du transport	part modale du transport	Elasticité 1985	Elasticité 1995
	routier en 1985	routier en 1995		
0 prod. agricoles et bois	51%	74%	-0,61	-0,3
1 prod. agroalimentaires	73%	84%	-0,25	-0,14
2 charbon	14%	15%	-1,16	-0,75
3 pétrole	49%	62%	-0,39	-0,25
4A+5A produits ferreux	26%	29%	0	0
4B+5B produits non-ferreux	50%	72%	-0,8	-0,4
6A mat. de construction	67%	73%	0	0
7+8A+engrais et prod. 6B+8C chimiques	40%	60%	-1,15	-0,51
8B pâte à papier	46%	60%	0	0
9A matériel de transport	45%	62%	0	0
9B machines et art.métalliques	83%	93%	-0,24	-0,14
9C verre	69%	88%	-0,53	-0,26
9D produits divers et messagerie	61%	66%	-0,14	-0,08

# PRÉVISION DE TRAFICS MARCHANDISES A L'HORIZON 2010



Maurice Girault - François Bouton

**Quelles seront les évolutions de l'économie lors des vingt prochaines années et quel en sera l'impact sur les trafics de marchandises ?**

**Le problème traité ici est de projeter à long terme les trafics terrestres de marchandises générés par l'évolution de l'activité économique en France.**

**Le trafic intérieur tous modes stagnerait ou augmenterait de 2,8% par an selon les scénarios, ou de 0,7 à 3,6 % par an en prenant en compte les poids lourds étrangers et toute la dynamique des échanges internationaux.**

Les modifications structurelles passées conduisent à modéliser économétriquement les trafics par produits, en fonction de l'activité des branches, pour en déduire des prévisions de trafic global.

Pour effectuer un tel exercice de prospective, il convient de disposer de scénarios de long terme décrivant à un niveau sectoriel assez fin la future structure de l'économie française. C'est ce que propose le club DIVA du BIPE : trois scénarios à l'horizon 2010 décrivent chacun une structure possible de l'économie française détaillée au niveau des 40 branches de la nomenclature d'activité. Ces scénarios sont chiffrés en termes d'équilibre ressources-emplois : production et importation d'une part, exportation, consommation intermédiaire, consommation des ménages et investissement d'autre part, pour chacune de ces 40 branches, à partir des données de la comptabilité nationale.

Pour déduire la dimension transport de ces scénarios, un travail vient d'être réalisé à l'OEST (1) consistant en une analyse fine des trafics de marchandises en France, détaillés en treize produits, chacun d'eux étant rapproché de l'activité des branches économiques productrices ou utilisatrices : cf. tableau 1.

**Tableau 1 Trafics par produits et branches économiques associées.**

NST	Produits transportés	NAP 40	Branches économiques
0	prod. agricoles et bois	T01+T20	agriculture
1	prod. agroalimentaires	T02+T03	IAA T02 viande et produits laitiers
2	charbon	T04	T04 mines et cokeries
3	pétrole	T05	Industrie pétrolière
4A + 5A	produits ferreux	T07	Sidérurgie (+travail des métaux)
4B + 5B	prod. non-ferreux	T08	métallurgie des non-ferreux
6A	mat. de construction	T09 ou T24	Matériaux et/ou BTP
7+6B+			
8A+8C	engrais et prod. chimiques	T11	chimie de base
8B	pâte à papier	T21	papier carton
9A	matériel de transport	T16	industrie automobile
9B	machines et art. métalliques	T13 et T14	trav. des métaux et mécanique
9C	verre	T10	verre
9D	produits div. et messagerie	T21 U06	papier carton (ou biens de consommation)

Dans le prolongement des approches antérieures et de façon naturelle, l'étude porte d'abord sur les trafics intérieurs terrestres ferroviaires, fluviaux et routiers.

Pour la partie routière, seuls les trafics des véhicules français couverts par l'enquête TRM sont pris en compte.

Ceci appelle un éclairage complémentaire sur le trafic des véhicules routiers étrangers qui participent à l'acheminement de notre commerce extérieur, ce qui conduit à examiner l'ensemble des modes terrestres qui y participent, permettant ainsi d'éclairer plus spécifiquement la dynamique de l'international.

Les trafics sont modélisés économétriquement en fonction de l'activité des branches, ce qui permet d'en déduire leur évolution jusqu'à l'horizon 2010 en fonction des scénarios envisagés.

Un tel exercice comporte des limites qui tiennent à la difficulté de relier la production d'une branche (estimée en francs constants), à des trafics mesurés en quantité physique; cette relation est projetée à l'horizon 2010 alors qu'elle peut s'infléchir.

Pour les importations et les exportations il existe également des écarts de champs entre les agrégats en volume et les flux terrestres qui ne correspondent qu'à une partie d'entre eux. Les scénarios sont construits en veillant à la cohérence du développement des différentes branches, en faisant certaines hypothèses sur l'évolution du TES. Pour le devenir de l'agriculture, les effets de la réforme de la PAC et du nouvel accord du GATT sont incomplètement pris en compte; il serait utile de prolonger ce travail plus spécifiquement pour les trafics de produits agricoles qui représentent plus de 10% du total. Malgré ces réserves, l'exercice de projection conserve tout son intérêt. Il confirme les grandes lignes des prévisions OEST antérieures réalisées en 1987 (Prospective transports 2005) et 1988 (Prévision de circulation poids lourds en 2010) tout en les affinant et en les appuyant sur des scénarios plus complets et plus détaillés.

### **Trois scénarios globaux contrastés**

Le **scénario central**, avec une croissance du PIB de 2,7% par an et 2,4% pour la production industrielle, suppose une poursuite de la dynamique de la construction européenne et une délocalisation du secteur manufacturier traditionnel. Exportations et importations augmenteraient de 4,6 et 4,8 % par an.

Le **scénario haut** se place dans l'hypothèse d'une diffusion généralisée des nouvelles technologies permettant une forte croissance de la productivité et des revenus. Le PIB croît de 3,8% par an, et les échanges extérieurs de 6,4%.

Pour le **scénario bas de crise**, dans un contexte de rivalités entre les Etats-Unis, le Japon et l'Europe, le manque d'innovation et des technologies nouvelles confinées dans des domaines étroits pèsent sur la productivité et les débouchés. L'emploi stagne, la croissance du PIB s'établit en moyenne à 1,6% par an. Exportations et importations augmenteraient de 2,7 et 3,1 % par an.

La production de l'industrie augmenterait de 1,2% par an dans le scénario bas et de 3,6 % par an dans le scénario haut.

Le tableau 2 ci-après décrit l'évolution du trafic intérieur total, très contrastée selon les scénarios: son taux de croissance annuel moyen (TCAM) varie entre 0,1 % (scénario bas), 1,4% (scénario central) et 2,8% (scénario haut).

Tableau 2 Le trafic intérieur tous modes (hors pavillon étranger)

Trafic tous modes en 1990		Indicateurs Compta.Nat.	TCAM en %			milliards t-km		
			Trafic 2010			Trafic 2010		
prod. NST	mds T-KM		Scénario			Scénario		
			bas	central	haut	bas	central	haut
0	20,6	Production T01	1,0	1,2	2,0	25,2	26,2	30,9
1	30,3	Production T02	1,5	2,8	3,3	41,1	52,6	58,0
2	3,2	Production T04	-10,0	-11,7	-6,3	0,5	0,4	1,3
3	9,1	Production T05	1,3	2,5	2,9	11,7	15,0	16,3
4A + 5A	13,3	Production T07						
		exports T07	-2,9	-1,5	0,6	7,4	9,8	15,0
4B + 5B	2,6	Production T08	-0,6	0,4	3,0	2,3	2,8	4,7
6A	30,4	Cons.interm.T24	-1,2	1,0	3,3	24,1	37,4	57,8
7+6b+8a+8c chimie	18,4	VA T11	-1,7	-1,3	1,3	13,0	14,2	23,6
8B	1,0	Production T21	-1,9	-0,9	0,5	0,7	0,9	1,2
9A	5,1	Production T16	-0,6	2,5	5,6	4,6	8,4	15,3
9B	5,2	Production T13	-0,8	0,5	3,3	4,4	5,8	9,9
9C	1,9	Production T10	0,9	1,7	2,8	2,3	2,7	3,3
9D	30,4	CI T21	1,1	2,4	3,6	37,8	48,6	61,4
Total	171,7		0,1	1,4	2,8	175	225	299

**D'ici 2010 le trafic intérieur tous modes pourrait stagner ou croître de près de 3% par an**

Les trafics de charbons et de produits métallurgiques poursuivraient leur baisse; il en serait de même pour la pâte à papier, les engrais et les produits chimiques, sauf dans le scénario de forte croissance ...

Les trafics de matériaux de construction présenteraient des évolutions très différenciées selon les scénarios, depuis une diminution de plus de 1% par an jusqu'à une croissance supérieure à 3% par an. Mêmes évolutions contrastées pour les trafics de matériel de transport et de machines. La croissance serait plus régulière pour les produits agroalimentaires, les produits divers et la messagerie. Globalement le trafic augmenterait de 0,1 à 2,8% par an. (L'OEST retenait en 1987 dans le rapport "Transports 2005" une fourchette de 0,7 à 2,1% par an; alors que le CGP ouvre l'éventail de -0,8 à 2,7% dans le rapport "Transports 2010" dans une modélisation à partir de la seule production industrielle prise globalement).

**Une forte croissance de l'international routier ...**

Le trafic intérieur total inclut les acheminements internationaux ferroviaires, fluviaux et routiers des véhicules français, à l'exclusion des véhicules étrangers en transit ou acheminant nos échanges extérieurs. Pour ces derniers, la croissance de leurs trafics pourrait atteindre 3 à 5% par an à l'exportation, et 3 à 6% à l'importation. Ceci en considérant que la route continuera de gagner des parts de marché. Le trafic routier de transit, qui n'est pas pris en compte dans cette note, a augmenté de 14% par an selon nos estimations 1984-1989, au plus fort de la croissance des économies européennes.

**.. et tous modes terrestres surtout à l'importation**

ralentie à l'exportation (de 1 à 3% par an selon les scénarios). Les importations croitraient fortement sur tous les produits (agriculture, IAA, pétrole, minerais, les matériaux de construction et les produits manufacturés) sauf pour le charbon, les produits métallurgiques, les engrais et les produits chimiques. Les exportations augmenteraient le plus pour les produits agroalimentaires, les produits chimiques et les produits manufacturés. Mais la modélisation traduit un ralentissement de la croissance globale des exportations en tonnage, principalement du fait des produits agricoles, des matériaux de construction et des produits métallurgiques.

**Evolution du trafic international terrestre 1990-2010 (hors transit)**

**en tonnes  
TCAM (%)**

produits NST	Scénarios			Scénarios		
	bas	central	haut	bas	central	haut
	<i>à l'importation</i>			<i>à l'exportation</i>		
0 prod. agricoles	3,4	4,6	6,9	1,6	1,1	2,1
1 prod. agroaliment.	3,6	5,1	5,6	3,1	4,6	5,9
2 charbon	-6,8	-5,9	-4,2	2,1		
3 pétrole	2,1	4,2	6,0	-0,4	-2,2	-0,3
4 minerais	4,6	5,9	7,7	-7,4	-6,5	-5,5
5 prod. métallurgiques	-1,5	0,2	1,7	-2,5	-1,3	0,0
6 matériaux de construction	2,1	4,8	7,8	1,1	1,8	2,0
7+8 chimie et engrais	1,9	2,6	3,1	2,8	4,4	4,3
9 prod. manufacturés	2,0	3,5	4,8	2,1	4,4	6,7
<b>TRAFFIC TOTAL</b>	<b>1,9</b>	<b>3,5</b>	<b>5,4</b>	<b>1,3</b>	<b>2,3</b>	<b>3,3</b>
dont trafic routier	<b>2,6</b>	<b>4,3</b>	<b>6,3</b>	<b>2,6</b>	<b>4,0</b>	<b>5,2</b>

Une synthèse peut être proposée pour le trafic terrestre total, y compris les camions étrangers.

**Trafics terrestres en France tous modes:**

**synthèse incluant les PL étrangers**

	<i>mds t-km</i>	<i>t c a m</i>		
	<b>1990</b>	<b>croissance 2010/1990</b>		
		Sc. bas	central	haut
Trafic intérieur total	<b>172</b>	<b>0,1%</b>	<b>1,4%</b>	<b>2,8%</b>
Route pav. étranger	15,6			
import	8	2,6%	4,3%	6,3%
export	7,6	2,6%	4,0%	5,2%
<b>Ts modes, y c. PL étrangers</b>	<b>188</b>	<b>0,4%</b>	<b>1,7%</b>	<b>3,1%</b>
Transit routier PL étrangers	20	3,0%	5,0%	7,0%
<b>Trafic total</b>	<b>208</b>	<b>0,7%</b>	<b>2,1%</b>	<b>3,6%</b>

La prise en compte des camions étrangers acheminant notre commerce extérieur, conduit à une majoration de la croissance du trafic terrestre total de l'ordre de 0,3 points pour les trafics générés par l'activité économique nationale.

L'incidence du transit est encore plus importante : la circulation de transit, qui représente la moitié des PL étrangers en France, s'est développée deux à trois fois plus que nos échanges extérieurs pendant les années 80. Nous avons

retenu ici un exemple de chiffrage très prudent, en retenant une croissance du transit un peu supérieure à celle de nos propres échanges extérieurs.

Pour éclairer les choix d'infrastructures, il est utile d'en déduire une projection des seuls trafics routiers : ceux-ci pourraient croître de 1% à 4% par an, et même bien davantage sur le réseau national, et surtout sur les autoroutes où la circulation se concentre et supporte l'essentiel des échanges internationaux.

**Conclusion :**  
**une croissance**  
**retrouvée des**  
**trafics de**  
**marchandises**

■ Cet exercice montre et chiffre la croissance des trafics de marchandises que l'on peut prévoir à un horizon de 15-20 ans, elle serait de l'ordre de 2 % par an pour l'ensemble des modes terrestres dans l'hypothèse du scénario central d'environnement économique.

La croissance prévisible est plus forte pour les trafics routiers considérés globalement, et encore plus pour les trafics sur routes nationales et autoroutes du fait qu'ils bénéficient davantage que les autres modes de la dynamique de l'international. En effet on peut estimer que en moyenne 40 à 45 % du trafic PL sur autoroute est de l'international : 1/3 de PL français et un autre tiers de PL étrangers acheminant notre commerce extérieur, les PL étrangers en transit constituant le dernier tiers.

■ Cette évolution des trafics est le résultat de la croissance économique et du développement des échanges intérieurs et internationaux. Dans un précédent article, nous avons montré pourquoi nous avons en France une vision brouillée, car des mutations qui nous sont, en grande partie spécifiques ont conduit dans un passé récent, à une période de croissance économique modérée engendrant une stagnation voire une diminution des trafics (de 1974 à 1985).

■ L'évolution des implantations et des organisations logistiques des entreprises est également pris en compte dans des projections extrapolées de la période 1970-1990. Mais cet impact nous semble très faible car des évolutions contraires ont eu lieu :

l'éclatement et de la spécialisation de certaines unités de production, avec l'exemple type de l'industrie automobile induit un supplément de croissance des trafics;

inversement, des phénomènes de concentration suppriment les flux vers des unités secondaires qui disparaissent (ainsi de la grande distribution et du petit commerce qui dépérit).

De même, le niveau des prix de transport, plutôt orienté à la hausse de 1970 à 1985 ne nous semble pas jouer un rôle direct de facteur de croissance des trafics pour les 20 prochaines années.

Mais la baisse des prix de transport résulte de mouvements de plus long terme, avec le développement de l'automobile au 20<sup>e</sup> siècle, et le progrès technique en général, qui ont permis d'accroître la taille et la vitesse de tous les matériels (train, camion, bateau), ce qui a contribué directement à l'ouverture de nouveaux marchés et au développement des échanges. ■

## NOTE MÉTHODOLOGIQUE

*Deux champs de trafics sont successivement modélisés :*

*1) les trafics intérieurs terrestres décomposés en 13 groupes de produits tels qu'indiqués au tableau 1 précédent. Il s'agit des trafics en t-km réalisés sur le territoire français :*

*-par les seuls véhicules routiers français de notre enquête TRM, y compris les trafics d'exportation et d'importation;*

*-les trafics ferroviaires incluent également l'acheminement du commerce extérieur français et le transit sur notre territoire d'échanges entre pays tiers (ce dernier trafic n'a pas pu être exclu des séries détaillées par produit sur la période 1970-1992 utilisée pour les modélisations);*

*-le trafic fluvial intègre l'activité du pavillon étranger et le transit rhénan a été exclu.*

*Ce premier champ est renseigné à partir des sources transport : SNCF, VNF et OEST-TRM.*

*2) les trafics d'importation et d'exportation en tonnage à partir de la source douanière, en se restreignant aux échanges terrestres routiers, ferroviaires et fluviaux, c'est-à-dire hors maritime, aérien et autres. Deux modélisations successives sont effectués par produit, pour les 10 chapitres NST, d'abord pour le total des échanges terrestres, puis pour le seul mode routier, ceci afin que l'évolution passée soit resituée dans un contexte de gains de la part de la route, qui ne peut que s'infléchir à l'avenir compte tenu de son niveau de départ. La prévision relative au pavillon routier étranger suppose en fait une stabilisation des parts par produit de chacun des pavillons.*

*Voici quelques exemples de modélisation.*

*Le trafic intérieur de produits agroalimentaires est fortement relié à la production de la branche T 03 "autres produits alimentaires" (avec une élasticité de 1,25), mieux qu'avec la branche U02 "industries agricoles et alimentaires" qui inclut aussi la branche T02 "viandes et produits laitiers".*

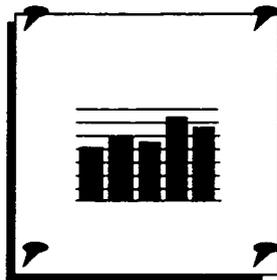
*Le trafic d'importation des produits agroalimentaires est bien corrélé aux importations de U02 (1,30), et symétriquement pour les exportations.*

*Le trafic intérieur des minerais et déchets ferreux et des produits métallurgiques est relié aux agrégats de la branche T 07 "sidérurgie et travail des métaux ferreux" : production et importations (avec des élasticité respectives de 0,81 et 0,35).*

*Les importations de minerais sont reliées aux consommations intermédiaires (0,75) et celles de produits métallurgiques aux importations de T07 (0,82).*

*Le trafic de matériel de transport terrestre est corrélé à la production (1,12) de la branche correspondante.*

*Les importations et les exportations de produits manufacturés sont reliées aux importations et exportations totales françaises (respectivement 0,42 et 1,18).*



# MODÉLISATION ET PRÉVISION À LONG TERME DU TRAFIC ROUTIER NATIONAL DE MARCHANDISES

Maurice GIRAULT et Hong LE THI MINH

**Cette étude cherche à éclairer le devenir à long terme des trafics routiers de marchandises purement nationaux, c'est-à-dire intra et interrégionaux, hors dynamique des échanges extérieurs. Résultats : ces trafics devraient augmenter assez fortement d'ici 2010, soit de 1,5 à 3,2% par an, selon les scénarios tendanciels de croissance lente ou forte retenus ici.**

Cette étude de modélisation et de prévision du trafic routier national de marchandises à l'horizon de 2010 effectuée pour éclairer les besoins et la stratégie dans le domaine des infrastructures prolonge un exercice similaire réalisé sur le total des trafics terrestres en France (cf. notes de synthèse OEST de mars 1994).

## **Cadre de l'étude : une démarche sectorielle**

La démarche utilisée le plus souvent pour une projection annuelle ou à long terme s'appuie sur un modèle simple qui relie le trafic routier total à la production de l'industrie, du BTP, de l'agriculture et au commerce extérieur. Une telle manière d'aborder le sujet perd de sa pertinence dans un environnement économique qui se déforme structurellement, avec des variations de la demande de transport d'un type de produit à l'autre.

Aussi, pour bien prendre en compte les restructurations de l'économie française sur le long terme, cette étude utilise une approche sectorielle, c'est-à-dire que la modélisation du trafic routier de marchandises distingue 14 groupes de produits, leur trafic étant relié à des indicateurs économiques sectoriels définis au niveau des quarante branches de la Nomenclature d'Activités et de Produits (NAP 40).

## **Cadrage sectoriel prévisionnel de l'économie à l'horizon 2010**

Le modèle DIVA du Bureau d'Information et de Prévision Economique (BIPE), s'appuyant sur des hypothèses concernant l'organisation du travail, la diffusion des technologies d'information et l'environnement économique international, fournit le cadre prévisionnel de la production, des importations et des exportations au niveau NAP 40 retenu dans cette étude.

## **Méthodologie**

### *Variables expliquées*

On dispose des séries de trafics de marchandises en France de tous les modes terrestres (routier, ferroviaire, fluvial) en tonnes-kilomètres de 1971 à 1992 au niveau des chapitres ou sections de la NST. **Pour le routier, il s'agit de trafic purement national** (l'international ayant déjà été modélisé) alors qu'en ferroviaire et fluvial, la composante internationale n'a pas pu être éliminée, au niveau détaillé des trafics par produit.

## MODÉLISATION

### *Variables explicatives*

Les principales variables explicatives de la demande de transport sont les séries de données sur la production, les consommations intermédiaires, les importations, les exportations des branches de la NAP 40, issues de la Comptabilité Nationale. Pour les variables d'offre de transport routier, on utilise une série de prix du transport routier à longue distance et une série sur la longueur du réseau autoroutier.

Des modèles économétriques statiques ont été estimés pour chaque type de produit puis appliqués à une simulation-prévision à l'horizon 2010 avec les scénarios DIVA. On se heurte ici au problème de l'absence de certaines variables explicatives, surtout celles sur la concurrence entre modes, le transport routier n'étant que l'un d'eux. Néanmoins le transport routier est le mode dominant, il a sa dynamique propre et, de plus, la variation de la part du trafic routier peut être expliquée avant tout par la variation du prix du transport routier et par la tendance à la hausse, qui traduit des gains de temps et de qualité de service, reliés à la longueur du réseau autoroutier.

On peut donc aborder le problème de plusieurs façons :

- Modélisation du trafic routier en fonction des seules variables du cadrage macro-économique et sectoriel;
- Même modélisation que ci-dessus en ajoutant le prix du transport routier;
- Modélisation de la seule part du trafic routier relativement au trafic total qui a été étudié et projeté dans les travaux précédents;
- Régression simultanée des équations du trafic routier pour tenir compte des effets communs à ces équations.

Ce sont la première et la troisième approche qui ont été le plus analysées.

La méthode de régression simultanée des trafics routiers des différents groupes de produits peut sembler globalement la plus fructueuse. Néanmoins, on n'a pu tenir compte dans cette méthode des auto-corrélations temporelles des résidus qui sont manifestement importantes. On peut espérer obtenir des résultats satisfaisants en tenant compte à la fois des auto-corrélations temporelles des résidus et des corrélations des résidus entre équations (il existe des méthodes plus complexes qui le permettent), cela même si ce type de modélisations et de projections est limité par le manque de données et la rapidité des évolutions structurelles par rapport à un horizon de long terme.

La confrontation des résultats de ces différents types de modélisation, dont chacun ne reflète qu'une approche de l'évolution du transport routier de marchandises, nous permet de déboucher sur une projection finale.

## LES RÉSULTATS

### ***Estimation des trafics par produit***

Plusieurs indicateurs économiques sectoriels semblent bien expliquer la variation des trafics des transports routiers de marchandises, par exemple la production effective, les importations, les exportations, les consommations intermédiaires de certains produits. Pour plusieurs produits, ces variables ont évolué parallèlement dans le passé, la colinéarité entre elles nous empêche d'utiliser ces variables simultanément comme variables explicatives.

## MODÉLISATION

Les produits agricoles et agro-alimentaires représentent des trafics importants dont la croissance se poursuit à un rythme soutenu, de même pour les matériaux de construction, pour le «poste 9D» (transports combinés, messagerie, divers ...) ainsi que pour les produits pétroliers. La chimie représente un autre poste important, mais à croissance moindre. La croissance est faible pour les produits ferreux, et le transport de charbon connaît une forte décroissance.

En moyenne, les trafics augmenteraient entre 1990 et 2020 de 1,5 ou 3,2% par an selon l'un ou l'autre scénario de croissance économique (respectivement +1,6 et 3,5% par an pour le PIB).

Une régression simultanée a été faite afin de tenir compte des événements communs influençant l'ensemble du transport routier. Les estimations issues de cette régression sont assez proches des estimations précédentes. Les plus grands écarts concernent la projection du trafic de produits agricoles (sous-estimation), et celui des matériaux de construction (sur-estimation). Cependant, ces résultats présentent une limite car il subsiste des auto-corrélations intertemporelles entre résidus.

**Tableau 1 - Projections du trafic routier national**

NST	TRM 1990 mds t-km	mds t-km et croissance annuelle moyenne en %			
		2010			
		scénario bas		scénario haut	
		tcam	mds t-km	tcam	mds t-km
prod. agricoles	<b>12,0</b>	1,7 %	<b>16,8</b>	3,2 %	<b>22,6</b>
agroalimentaires	<b>21,5</b>	2,5 %	<b>35,2</b>	3,2 %	<b>40,1</b>
charbon	<b>0,5</b>	-4,4 %	<b>0,2</b>	-2,2 %	<b>0,3</b>
prod. pétroliers	<b>4,5</b>	1,7 %	<b>6,4</b>	3,6 %	<b>9,3</b>
prod. métallurg.	<b>3,5</b>	-1,7 %	<b>2,5</b>	0,9 %	<b>4,1</b>
non-ferreux	<b>1,3</b>	1,6 %	<b>1,8</b>	4,2 %	<b>3,0</b>
mat. de construct.	<b>20,3</b>	1,3 %	<b>26,2</b>	3,6 %	<b>41,6</b>
prod. chimiques	<b>8,3</b>	0,7 %	<b>9,6</b>	1,5 %	<b>11,2</b>
pâte à papier	<b>0,5</b>	1,5 %	<b>0,6</b>	3,0 %	<b>0,8</b>
mat. de transport	<b>2,4</b>	0,1 %	<b>2,4</b>	6,7 %	<b>8,7</b>
machines	<b>3,9</b>	0,7 %	<b>4,5</b>	3,0 %	<b>7,2</b>
verre, porcelaine ..	<b>1,2</b>	2,4 %	<b>1,9</b>	3,8 %	<b>2,5</b>
autres	<b>18,1</b>	1,3 %	<b>23,4</b>	3,2 %	<b>33,8</b>
<b>Total</b>	<b>98,0</b>	<b>1,5 %</b>	<b>131,6</b>	<b>3,2 %</b>	<b>185,2</b>

### **Estimation de l'évolution des parts modales**

On modélise la part modale de la route pour chacun des 13 produits en fonction du prix du transport routier et de la longueur du réseau autoroutier. L'estimation est satisfaisante pour de nombreux produits, là où la part de la route est forte. En revanche, les résultats sont moins bons pour les pondéreux (charbons, produits métallurgiques) et pour la pâte à papier : soit le fer ou la voie d'eau restent prédominants pour ces produits, ou bien l'instabilité des parts modales reflète de fortes variations des approvisionnements et/ou des sites de production.

Une simulation a été effectuée à l'horizon 2010 dans les scénarios hauts et bas (qui diffèrent ici par le degré de réalisation du réseau autoroutier) avec une hypothèse de prix routiers stables, ou en forte croissance. Pour chaque produit, la part de l'acheminement routier augmente assez fortement, elle contribue en général pour plus de 1/3 à l'accroissement du trafic routier.

## MODÉLISATION

Tableau 2 - Projections à partir de l'évolution de la part modale de la route

NST	Part de la route		% et mds t-km			
			2010			
	1971	1990	scénario bas		scénario haut	
			Part TRM	mds t-km	Part TRM	mds t-km
prod. agricoles	45%	58%	67%	16,4	70%	20,1
agroalimentaires	66%	78%	87%	38,0	90%	44,5
charbon	11%	16%	56%	0,1	29%	0,2
prod. pétroliers	39%	51%	61%	6,4	63%	9,5
prod. métallurg.	21%	29%	56%	4,2	39%	4,7
non-ferreux	44%	66%	79%	1,3	83%	2,6
mat. de construct.	59%	70%	83%	21,4	87%	41,1
prod. chimiques	32%	54%	64%	6,3	67%	10,7
pâte à papier	43%	52%	62%	0,4	68%	0,6
mat. de transport	36%	54%	68%	3,0	74%	8,9
machines	76%	90%	100%	4,1	100%	7,4
verre, porcelaine ..	63%	78%	100%	2,0	100%	2,5
autres	64%	68%	78%	29,3	78%	41,9
<b>Total</b>				<b>133,0</b>		<b>194,7</b>

### **Confrontation des différentes approches**

Chacune des approches présente des limites : la modélisation à partir du cadrage sectoriel fournit des résultats parfois assez différents selon les équations retenues, la modélisation de la part modale peut paraître plus satisfaisante au vu des critères économétriques, mais de nombreux facteurs explicatifs ne sont pas pris en compte. C'est pourquoi il est utile de confronter ces différentes optiques.

**Les résultats obtenus sur le trafic total, estimés à partir de ces trois approches sont assez voisins.** Par produits, on obtient des projections très proches dans de nombreux cas, mais parfois les écarts peuvent être assez grands pour l'un ou l'autre scénario, tantôt à la hausse (les produits agricoles dans le scénario haut, les matériaux de construction et les produits chimiques dans le scénario bas), tantôt à la baisse (les produits agro-alimentaire et le 9D dans le scénario haut et bas, les produits métallurgiques, les matériels de transport).

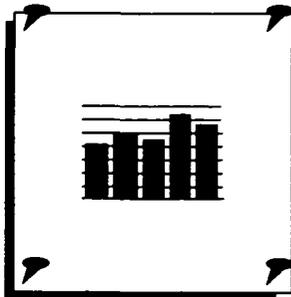
Chaque approche donne des images différentes du domaine étudié, la confrontation des résultats conduit à privilégier certaines équations, il s'agit plutôt de la première approche par produit. Mais c'est l'évolution des parts modales qui permet de choisir les équations et assure la cohérence d'ensemble, et avec les travaux précédents.

### **Conclusion**

Il existe des incertitudes sur le niveau projeté à long terme des trafics de produits agricoles et de matériaux de construction, qui tiennent aux difficultés de modélisation et à ces secteurs. Néanmoins, les résultats d'ensemble, confortés par les différentes approches utilisées, présentent une robustesse certaine. ■

# ELASTICITÉS DE COURT ET DE LONG TERMES DES TRAFICS DE MARCHANDISES À LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

Maurice Girault, Jean-Christophe Blain et Karine Meyer



Nous fournissons ici les premiers résultats d'une analyse économétrique qu'il est prévu d'approfondir. L'objectif est de mieux définir les élasticités de court et de long termes des trafics à la production en appliquant les techniques nouvelles de co-intégration.

En reliant l'ensemble des trafics de marchandises des trois modes terrestres (routes, voies ferrées et voies navigables) à la production industrielle, on distingue une élasticité de court terme nettement supérieure à un qui traduit la forte réactivité du transport aux variations conjoncturelles, d'une élasticité de long terme inférieure à un, qui résulte des évolutions tendancielles comparées des trafics de fret et de la production industrielle.

De nombreux travaux ont déjà mis en évidence le lien fort entre les trafics terrestres de marchandises et l'activité industrielle. Ils ont montré que les trafics, qui dépendent pour une large part de la production des biens intermédiaires, une des composantes de la production industrielle, réagissent fortement à court terme aux variations conjoncturelles de la production (voir graphique 2), alors qu'ils enregistrent sur le long terme une croissance plus faible (voir graphique 4). La modélisation butait jusqu'à présent sur ces effets un peu contradictoires, mais la théorie de la co-intégration appliquée aux modèles à correction d'erreur permet désormais de mieux formaliser ce problème et de quantifier plus précisément les élasticités de court et de long termes.

La modélisation effectuée ici est partielle car ni l'agriculture, ni le BTP ne font partie des variables explicatives, et les résultats sont donc indicatifs. Néanmoins, ils illustrent les possibilités offertes par l'application des techniques de cointégration des séries temporelles (cf. méthodologie en fin d'article).

Le modèle à correction d'erreur retenu pour appuyer notre analyse s'écrit :  

$$\Delta \ln(\text{Trafic}_t) = \beta \Delta \ln(\text{Prod. industrielle}_t) + \gamma [\ln(\text{Trafic}_t) - \alpha_1 \ln(\text{Prod. industrielle}_t) - \alpha_2] + \text{aléa}$$

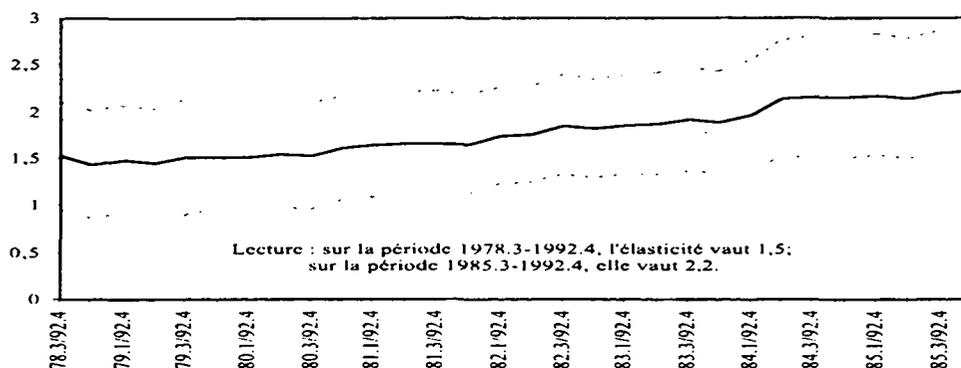
$\beta$  : élasticité de court terme du trafic à la production industrielle

$\alpha_1$  : élasticité de l'équation d'équilibre de long terme du trafic à la production industrielle

**Une élasticité de court terme très supérieure à un**

L'élasticité de court terme des trafics à la production industrielle nous est donnée par l'estimation du coefficient  $\beta$  du modèle à correction d'erreur. Assez variable dans le temps, elle augmente progressivement de 1,5 à 2,2 pour des régressions sur des échantillons plus courts mais de plus en plus récents, allant de 1978.3-1992.4 à 1985.4-1992.4.

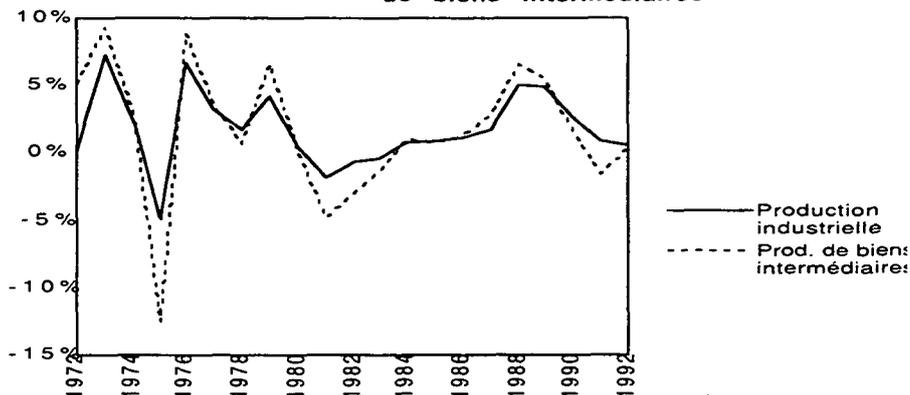
Graphique 1 Elasticité de court terme et intervalle de confiance à 95%



## MODÉLISATION

Cette valeur élevée de l'élasticité de court terme s'explique par la très forte sensibilité des transports de marchandises aux variations de la conjoncture économique. Ce phénomène a été observé entre 1986 et 1989, et en 1994, pendant les périodes de reprise où les trafics se sont développés davantage que la production, ainsi qu'en 1975 et en 1993 notamment, où les trafics ont, à l'inverse, régressé plus que l'activité d'ensemble. Les industries lourdes de biens intermédiaires sont les premières à être affectées par les retournements de conjoncture et elles présentent des fluctuations d'une grande amplitude au regard de celles de la production industrielle. L'impact sur les transports de marchandises est alors d'autant plus grand que cette branche de l'économie représente une part importante des trafics.

Graphique 2 Variations annuelles de la production industrielle et de biens intermédiaires

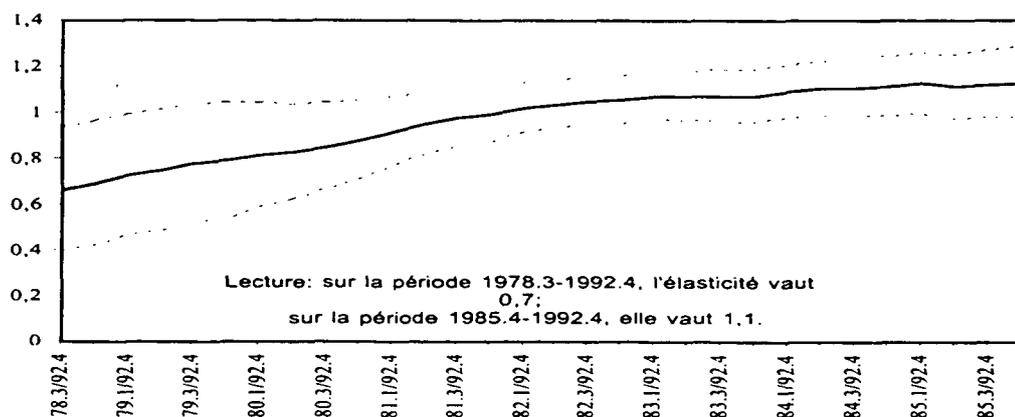


Par ailleurs, les mouvements de stockage-déstockage des entreprises amplifient ces évolutions, d'autant plus que les prix des matières premières connaissent des fluctuations spéculatives particulièrement heurtées. En début de reprise économique, les entreprises se constituent des stocks de matières premières dont elles anticipent la hausse des prix, tandis que le redémarrage de la demande leur permet d'écouler leur stock de produits; en début de crise au contraire, elles obéissent au processus inverse en stoppant leurs achats de matières premières ou de biens intermédiaires et en consommant leur stock. Ce processus génère des trafics indépendamment de toute production. Il a déjà été étudié à l'Oest, en rapportant les taux de croissance annuels des trafics à ceux d'un 'potentiel transportable' qui tient compte de la part de chacune des branches de l'économie dans les trafics (voir note de synthèse de F. Favre, "Trafics et production industrielle", Janv. 1994). Cette étude montre qu'au cours de la période 1970-1992, les trafics enregistrent des fluctuations supérieures de deux points en moyenne à celles du 'potentiel transportable', et que l'écart est particulièrement marqué lors des années de crise comme en 1975, ou de forte croissance comme en 1988.

### Quelle élasticité de long terme des trafics à la production industrielle?

L'élasticité des trafics à la production industrielle mesurée par la partie de long terme du modèle à correction d'erreur est nettement inférieure à l'élasticité de court terme. Pour des estimations effectuées sur des périodes de plus en plus

Graphique 3 Elasticité de la relation d'équilibre de long terme et intervalle de confiance à 95%



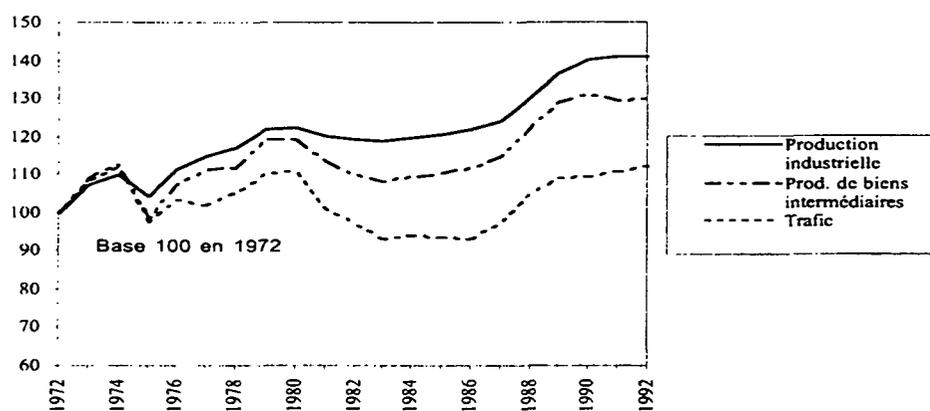
## MODÉLISATION

récentes, diminuant de 1978.3-1992.4 à 1985.4-1992.4, elle augmente graduellement de 0,7 à 1,1 environ. Les dernières valeurs sont cependant moins fiables puisque la période d'estimation y est un peu courte.

Cette évolution de l'élasticité s'explique en distinguant les deux sous-périodes de la décennie 80 qui ont marqué l'économie des transports de marchandises. Entre 1980 et 1986, le programme électro-nucléaire français élaboré après le premier choc pétrolier entre dans les faits. EDF remplace ses centrales thermiques par des centrales nucléaires, et réduit considérablement ses consommations de charbon, de lignite et de fuel. Au cours de cette période, on assiste donc à une accélération de la tendance de long terme à la 'dématérialisation' de l'économie, caractérisée par la diminution de la part des industries lourdes de biens intermédiaires dans la production au profit des industries à haute valeur ajoutée. Une évaluation de l'élasticité de long terme des trafics à la production sur une période recouvrant la première moitié de la décennie des années 80 risque donc de sous-estimer cette élasticité.

Entre 1986 et 1990, a contrario, la reprise économique stimule les industries lourdes qui progressent fortement. L'élasticité calculée est alors supérieure à 1. Toutefois, pendant ces cinq années de croissance soutenue, l'analyse de long terme interfère probablement avec une succession de phénomènes de court terme caractérisés, comme on l'a vu, par la croissance très vive des transports en période de reprise économique. C'est d'ailleurs une remarque générale que l'on peut faire sur l'équation d'équilibre de long terme du modèle à correction d'erreur qui ne détermine pas une véritable élasticité de long terme mais plutôt une valeur intermédiaire mesurant à la fois des phénomènes de court et de long termes. L'élasticité de long terme réelle est sans doute toujours inférieure à celle affichée par le modèle.

Graphique 4 Evolutions des productions et du trafic



Les évolutions du kilométrage moyen, quant à elles, sont trop faibles pour avoir une incidence notable relativement aux autres facteurs économiques sur la valeur de l'élasticité de long terme.

### **Des résultats à comparer à ceux d'une projection sectorialisée**

Le modèle permet d'interpréter les résultats d'une projection sectorialisée du trafic à long terme, qui a été effectuée récemment à l'Oest (voir note de synthèse de M. Girault et F. Bouton, "Prévision de trafics de marchandises à l'horizon 2010", Mars 1994). Cette projection est basée sur une modélisation désagrégée par produits du trafic, en distinguant trois scénarios de croissance économique dans lesquels le poids relatif des différents secteurs industriels évolue différemment : plus la croissance est forte, plus la part des industries lourdes est importante. Ainsi une croissance faible ne créera que très peu de trafic, l'élasticité apparente de long terme fournie par la projection valant 0,1 tandis qu'une croissance soutenue, comme pendant la période 1986-1990, dynamisera les industries lourdes et donc les trafics, l'élasticité apparente de long terme des trafics à la production valant alors 0,7. Le modèle à correction d'erreur

## MODÉLISATION

conduira lui-aussi à une élasticité apparente plus forte dans le deuxième cas, puisque la succession d'années de croissance vive de la production sollicite la partie dynamique du modèle dont l'élasticité est élevée, et aboutit à une dérive positive du trafic par rapport à l'équilibre de long terme. ■

Tableau

Elasticité du trafic à la production selon les scénarios de croissance retenus

	Taux de croissance annuels 1990/2010		
	Scénario bas	Scénario moyen	Scénario haut
PIB	1,6	2,7	3,6
Prod. industrielle (yc BTP)	1,1	2,4	4,0
Trafic	0,1	1,4	2,8
<b>Elasticité apparente de long terme</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>

Source : OEST, Girault, Bouton, Prévision de trafics marchandises 2010

### Note méthodologique

Le modèle à correction d'erreur retenu pour appuyer notre analyse s'écrit :

$$\Delta \ln(\text{Trafic}_t) = \beta \cdot \Delta \ln(\text{Prod. industrielle}_t) + \gamma \cdot [\ln(\text{Trafic}_t) - \alpha_1 \cdot \ln(\text{Prod. industrielle}_t) - \alpha_2] + \text{aléa (bruit blanc)}$$

$\Delta x_t$  désigne la différence première de la variable  $x$  :  $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$ ,

$\ln$  est le logarithme népérien,

les lettres grecques sont les coefficients à déterminer.

Un modèle à correction d'erreur associe des effets de court et de long termes dans une même équation, en intégrant une relation d'équilibre de long terme (partie entre crochets du modèle) dans un modèle dynamique qui fournit l'élasticité de court terme.

L'estimation de ce modèle se fait en deux étapes.

Dans un premier temps, on établit l'équation d'équilibre de long terme qui relie le logarithme du trafic au logarithme de la production industrielle :

$$\ln(\text{Trafic}_t) = \bar{\alpha}_1 \cdot \ln(\text{Prod. industrielle}_t) + \bar{\alpha}_2 + z_t$$

Puis on estime la partie dynamique du modèle en y intégrant le résidu ( $z_t$ ) de l'équation de long terme :

$$\Delta \ln(\text{Trafic}_t) = \hat{\beta} \cdot \Delta \ln(\text{Prod. industrielle}_t) + \hat{\gamma} \cdot z_{t-1} + \text{aléa}$$

L'élasticité de court terme du trafic à la production industrielle est alors donnée par  $\hat{\beta}$ , tandis que le coefficient  $\bar{\alpha}_1$  est l'élasticité fournie par l'équation d'équilibre de long terme.

Le modèle à correction d'erreur ne peut être retenu que si les séries vérifient certaines propriétés statistiques : les séries du logarithme du trafic de marchandises et du logarithme de la production industrielle doivent être co-intégrées d'ordre (1,0), ( $z_t$ ) étant un processus stationnaire.

Une série ( $x_t$ ) est dite stationnaire si son espérance mathématique et son auto-covariance sont indépendantes du temps :  $E(x_t) = m < \infty$ ,  $Cov(x_t, x_{t+h}) = \Gamma(h) < \infty$ ,  $\forall t$ .

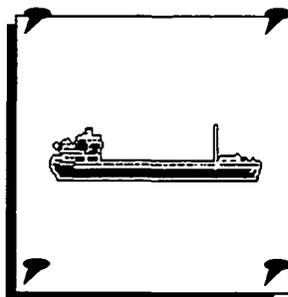
Dans le cas qui nous intéresse (cas des processus autorégressifs d'ordre 1 définis par  $x_t = \rho \cdot x_{t-1} + \text{aléa}$ ), une série non stationnaire se caractérise par la valeur absolue du coefficient d'autorégression :  $|\rho| = 1$ ; on dit que la racine du processus est unitaire. Celui-ci présente alors une variance qui croît avec le temps entraînant une erreur de prévision de variance infinie. Le test de stationnarité des séries est le test de l'hypothèse nulle  $\rho = 1$  (non stationnarité) contre l'hypothèse alternative  $\rho \neq 1$ .

Les séries ( $y_t$ ) et ( $x_t$ ) non stationnaires, mais telles que leurs différences premières ( $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ ) et ( $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$ ) sont stationnaires, sont dites intégrées d'ordre 1. Elles peuvent avoir des tendances stochastiques communes, auquel cas il existe au moins une combinaison linéaire de ces variables qui soit stationnaire : ces variables sont dites co-intégrées d'ordre (1,0) et forment un système co-intégré que l'on peut interpréter comme une relation d'équilibre de long terme :  $y_t = \bar{\alpha} \cdot x_t + z_t$  où ( $z_t$ ) est un processus stationnaire.

Dans le cas précis de notre modèle, après s'être assuré que les séries logarithme du trafic de marchandises et logarithme de la production industrielle sont intégrées d'ordre 1, on établit l'équation d'équilibre de long terme en régressant, par la méthode traditionnelle des moindres carrés ordinaires (MCO), la variable expliquée de trafic sur la variable macro-économique de production industrielle. On vérifie ensuite que la série des résidus ( $z_t$ ) est bien un processus stationnaire, puis on estime la partie dynamique du modèle en appliquant encore une fois la méthode des MCO.

## MODÉLISATION ET PRÉVISION À LONG TERME DES ÉCHANGES MARITIMES FRANÇAIS

Maurice GIRAULT Scarlett HELLOT\*



L'OEST procède depuis deux ans à une mise à jour de ses modèles "désagrégés" de prévision des trafics de marchandises : il s'agit de modèles de génération de trafics France entière, qui donnent l'évolution générale du trafic total et de chaque mode. Les modèles servent notamment pour les travaux de préparation des schémas directeurs ou pour des simulations financières...

Une première modélisation (F. BOUTON ; mars 1994 <sup>(1)</sup>) porte sur les trafics intérieurs, sur leur composante internationale et en particulier les trafics routiers internationaux; une deuxième modélisation analyse les trafics routiers nationaux (Hong LE THI MINH, janvier <sup>(1)</sup> et juin 1995 <sup>(2)</sup>) en niveau et en part modale de la route.

Le présent travail porte sur les échanges maritimes afin d'apporter un éclairage à l'élaboration du schéma directeur portuaire et des dessertes terrestres correspondantes.

Une quatrième modélisation a été réalisée par Didier Warzée sur l'ensemble des échanges internationaux français et sur leur volet terrestre, avec mise en cohérence avec les prévisions maritimes. Elle sera présentée dans une prochaine note de synthèse.

L'intérêt et la puissance de ces modèles réside dans le fait qu'ils analysent les trafics désagrégés par produits, en les reliant économétriquement à des indicateurs de comptabilité nationale des branches économiques concernées par ces produits. Des scénarios DIVA 2015 établis par le BIPE au niveau de 40 branches permettent alors de projeter les trafics à l'horizon 2015.

La question posée dans ce travail est d'examiner quelle est la dynamique des échanges extérieurs maritimes français. Quelles ont été les évolutions passées et quelles sont les évolutions que l'on peut associer à des scénarios 2015 ?

La modélisation des trafics maritimes soulève une difficulté spécifique dans la mesure où en moyenne ils représentent, pour un produit donné, une part importante, voire majoritaire, des échanges en tonnages, mais une part minoritaire en valeur, alors que les variables explicatives usuelles reflètent les valeurs des flux d'échanges ou des productions.

La difficulté est accrue du fait que l'analyse distingue 15 produits (cf tableau joint), mais sans spécifier leur origine géographique, alors qu'à l'avenir la croissance mondiale sera très différenciée selon les zones, comme l'illustrent ces prévisions OCDE :

La croissance de la production mondiale entre 1990 et 2010

	Taux de croissance	Répartition dans le produit brut mondial	
	en % annuel	1990 en %	2010 en %
OCDE	2,7	54	44,1
Pays en développement	5,6	22,5	31,9
dont Chine	6,5	11,3	19,1
Inde	4,9	4,1	5,1
Indonésie	5,2	1,7	2,2
Economies dynamiques d'Asie (Hongkong, Corée du Sud, Malaisie, Singapour, Taiwan et Thaïlande)	5,5	10,1	14,2

Source: OCDE

\* Elève de l'ISUP en stage à l'OEST.

<sup>(1)</sup> Date de la Note de synthèse OEST <sup>(2)</sup> Date du rapport OEST disponible sur commande

## PREVISION

Le dynamisme et le poids dans les échanges mondiaux de nombreux pays d'extrême Orient peut ne pas profiter au commerce de la France, ou au contraire devenir prépondérant, au delà de la dynamique de l'Union Européenne.

Le champ étudié inclut les trafics qui transitent par les ports étrangers (DETRA): ceci afin de prendre en compte l'ensemble de nos échanges maritimes. Les données de base sont les statistiques douanières, pour le mode maritime, auquel on ajoute l'estimation OEST des DETRA.

Cette utilisation des statistiques douanières en tonnage contribue à la qualité de la modélisation, les variables explicatives étant pour partie calées sur les échanges douaniers en valeur.

Cette prévision des échanges maritimes français est prolongée et complétée à la direction des ports, par une prévision de l'activité des ports maritimes français.

### **Forte croissance passée des exportations maritimes**

Depuis une vingtaine d'années les importations maritimes baissent ou stagnent globalement en tonnage. Hors produits pétroliers elles augmentent d'environ 2% par an (de 1976 à 1991 <sup>(1)</sup>) soit moitié moins que les importations terrestres.

Les exportations maritimes se développent beaucoup plus que les importations maritimes, de 3 à 4% par an, soit deux à trois fois plus que les exportations terrestres, ce qui souligne l'importance des débouchés maritimes, contrairement aux approvisionnements qui sont de plus en plus terrestres.

#### **Importations: maritimes y compris DETRA, terrestres hors DETRA.**

*en millions de tonnes et taux de croissance annuel moyen en %*

	Maritime 91	tcam 91-76	Terrestre 91	tcam 91-76
Total	191	-0,1%	81	3,2%
Total (hors ch. 2, 3, 4)	41	2,1%	74	3,8%

#### **Exportations: maritimes y compris DETRA, terrestres hors DETRA.**

	Maritime 91	tcam 91-76	Terrestre 91	tcam 91-76
Total	60	3,9%	95	1,3%
Total (hors ch. 0, 3, 6)	27	3,0%	52	1,3%

Source douanes

Les chapitres 2, 3, 4 : charbon, pétrole, minerai, représentent près de 80% des tonnages importés.

A l'exportation, les chapitres 0, 3, 6 : produits agricoles, produits pétroliers et matériaux de construction constituent la moitié des tonnages.

<sup>(1)</sup> L'analyse statistique porte sur la période 1974-1992

### **Trois scénarios 2015**

Une modélisation désagrégée pour 15 produits, à l'import et à l'export, relie des trafics en tonnage à des indicateurs de production ou d'échange extérieur issus de la comptabilité nationale (le tableau page ci-contre fournit la liste des 15 produits retenue pour l'étude et les branches économiques associées à ces produits). Ces indicateurs sont chiffrés à l'horizon 2015 dans trois scénarios de l'économie française établis par le Bipe.

	Scénarios 2015 de l'économie française		Taux de croissance annuel moyen		
	1973-1993	Scénarios 1993-2015			
		"Monde"	"Europe"	"France"	
PIB total	2,2	2,9	2,4	1,9	
Production industrielle (1)	2,2	2,8	2,2	1,3	
Importations	3,4	5,6	4,4	3,1	
Exportations	4,4	5,9	4,5	2,6	

(1) Il s'agit de la prod. ind. hors énergie, tcam 1970-92 puis 1992-2015.

Source Bipe Diva

Les projections résultent du travail de modélisation des trafics maritimes, parfois en tenant compte d'une mise en cohérence de ces prévisions avec celles relatives aux échanges terrestres et aux échanges "tous modes". Le tableau de synthèse ci-après présente les prévisions dans les trois scénarios 2015, pour le pétrole, les différents vracs secs et les marchandises diverses.

## PREVISION

Liste des produits transportés retenue pour l'étude et branches économiques associées

NST	Produit	NAP 40	Branches
0	Céréales	T01	Agriculture, sylviculture et pêche
05	Bois et liège	T20 T21	Bois, meubles et industries diverses Papier, cartons
Autres 0	Produits agricoles et animaux vivants sauf céréales et bois	T01	Agriculture, sylviculture et pêche
17+	Nourritures pour animaux et oléagineux	T01 T02	Agriculture, sylviculture et pêche Viandes et produits laitiers
Autres 1	Denrées alimentaires et fourrages sauf nourritures pour animaux et oléagineux	T02 T03	Viandes et produits laitiers Autres produits alimentaires
2	Combustibles minéraux solides	T04	Combustibles minéraux solides
3	Produits pétroliers	T05	Pétrole brut et raffiné, gaz naturel
4	Minerais et déchets pour la métallurgie	T07 T08	Minerais et métaux ferreux Minerais et métaux non ferreux
5	Produits métallurgiques	T07 T08	Minerais et métaux ferreux Minerais et métaux non ferreux
6	Minéraux et matériaux de construction	T09 T24 T11	Matériaux de construction Batiment, génie civil et agricole Chimie de base
7	Engrais	T01 T11	Agriculture, sylviculture et pêche Chimie de base
85	Pâte à papier et cellulose	T21	Papier, cartons
Autres 8	Produits chimiques sauf pâte à papier et cellulose	T08	Chimie de base
9	Véhicules et matériels de transport	T16	Matériel de transport terrestre
Autres 9	Objets manufacturés sauf véhicules et matériels de transport	Total	Total des branches

**Une évolution  
à venir des vracs  
un peu incertaine**

Les prévisions restent incertaines et contrastées pour les vracs.

Les importations de pétrole pourraient croître de 1 à 2% par an selon le chiffrage issu des scénarios DIVA, alors que les travaux du groupe long terme énergie du CGP pronostiquaient une croissance plus faible ou une diminution.

Les importations de charbon devraient diminuer assez fortement, alors qu'elles ont augmenté entre 1974 et 1992.

Les importations de minerais pourraient légèrement croître, et les exportations de céréales continueraient à se développer.

**Assez forte  
croissance  
des marchandises  
diverses**

Les trafics de marchandises diverses, y compris les conteneurs, ont fortement crû dans le passé à l'importation (+ 4,4% par an de 1974 à 1992), beaucoup moins à l'exportation (1,3% par an).

Pour ces marchandises les vingt prochaines années devraient présenter une croissance plus équilibrée entre imports et exports, de 2 à 4,5% par an, soit une augmentation de moitié ou un quasi-triplement, avec des croissances bien plus fortes des échanges avec l'Asie, de 6 à 8 % par an, soit un quadruplement d'ici 2015.

Le tableau de synthèse des prévisions 2015 pour les différents vracs et les marchandises diverses figure page suivante. ■

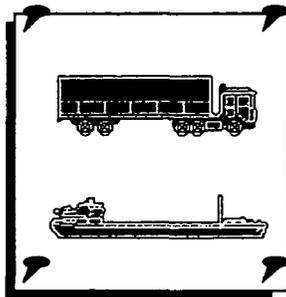
## PREVISION

Estimation du trafic maritime en 2015 : synthèse

Mode de Conditionnement	TCAM 74-92 et Trafic 92 millier de tonnes	Estimation horizon 2015 TCAM 1992-2015 et Trafic 2015			
		Monde	Europe	France	
<b>Liquides en vracs</b> <i>Pétroles</i>	Imports	-1,3% 108 160	2,0% 170 203	1,0% 135 576	0,7% 127 017
	Exports	4,5% 9 599	3,2% 19 703	1,7% 14 273	2,5% 16 996
<b>Solides en vracs</b> <i>Charbons</i>	Imports	4,4% 22 020	-2,3% 12 965	-5,8% 5 611	-6,9% 4 257
	Exports	-5,4% 159	0	0	0
<b>Minerais</b>	Imports	0,1% 20 781	1,6% 29 939	0,8% 24 962	0,0% 20 782
	Exports	3,0% 455	700	700	700
<b>Céréales</b>	Imports	-2,7% 308	0% 300	0% 300	0% 300
	Exports	5,9% 20 861	3,5% 46 081	1,9% 32 302	2,3% 35 542
<b>Nourriture animale</b>	Imports	3,9% 5 869	4,4% 15 673	3,5% 12 932	2,5% 10 410
	Exports	6,9% 1 756	4,4% 4 684	2,5% 3 118	3,0% 3 479
<b>Engrais</b>	Imports	-0,4% 6 295	2,8% 12 000	2,5% 11 000	1,8% 9 560
	Exports	-0,6% 808	0% 800	0% 800	0% 800
<b>Autres solides</b>	Imports	-1,3% 6 721	1,1% 8 686	0,9% 8 318	1,0% 8 395
	Exports	0,9% 4 916	0% 4 900	0% 4 900	0% 4 900
<b>Autres marchandises</b>	Imports	4,4% 18 248	4,5% 50 154	3,1% 37 131	2,1% 29 542
	Exports	1,3% 20 484	4,4% 54 720	3,5% 45 103	2,2% 34 153
<b>Total</b>	Imports	-0,4% 188 402	2,0% 299 920	1,0% 235 830	0,5% 210 263
	Exports	2,8% 59 038	3,5% 131 588	2,4% 101 196	2,2% 96 570

## MODÉLISATION ET PRÉVISION À LONG TERME DES TRAFICS INTERNATIONAUX

Maurice GIRAULT, Didier WARZEE



L'OEST-SES procède depuis deux ans à une mise à jour et à un approfondissement de ses modèles "détaillés par produits" de prévision des trafics de marchandises.

Un volet d'approfondissement porte sur l'international : les échanges maritimes d'une part (Scarlett HELLOT)<sup>(1)</sup>; d'autre part l'ensemble des échanges internationaux et leur volet terrestre, avec mise en cohérence avec les projections maritimes (Didier WARZEE); ce sont les résultats de ce dernier travail qui sont présenté ici<sup>(2)</sup>.

Les projections indiquent une croissance soutenue des échanges en tonnages tous modes confondus, au rythme de 2,1% et 2,5% par an à l'importation et l'exportation dans le scénario de croissance moyenne.

La question posée dans ce travail est d'examiner quelle est la dynamique des échanges extérieurs français. Quelles ont été les évolutions passées et quelles seront les évolutions futures associées à trois scénarios à l'horizon 2015 ?

Un autre aspect que nous tentons d'éclairer est de savoir si ces échanges se feront davantage par voie terrestre ou maritime ? Le principal moteur de ces échanges sera-t-il européen, ou asiatique et américain ? Pour mieux prendre en compte cette dynamique des échanges outre mer, les trafics maritimes sont analysés y compris ceux qui passent par des ports étrangers, et inversement pour les échanges terrestres qui sont considérés hors ces trafics « détournés ».

Les modèles analysent les trafics détaillés par produits, en les reliant économétriquement à des indicateurs issus de la comptabilité nationale des branches économiques concernées par ces produits. Des scénarios 2015 établis par le BIPE au niveau de 40 branches permettent alors de projeter les trafics à l'horizon 2015. Cette méthode, conçue pour rendre compte des relations entre les trafics et l'économie (l'analyse distingue 23 produits), ne comporte pas de distinction selon l'origine ou la destination des produits.

### **Les importations ont stagné depuis 1974**

À l'importation, les trafics terrestres présentent une croissance en tonnage assez régulière entre 1974 et 1992, alors que les importations totales ont stagné sur l'ensemble de la période, avec une évolution assez heurtée (à cause de certaines importations essentiellement maritimes, telles le pétrole et le charbon). Les importations terrestres augmentent de 1,7% par an, les seules importations routières augmentant davantage (6% par an).

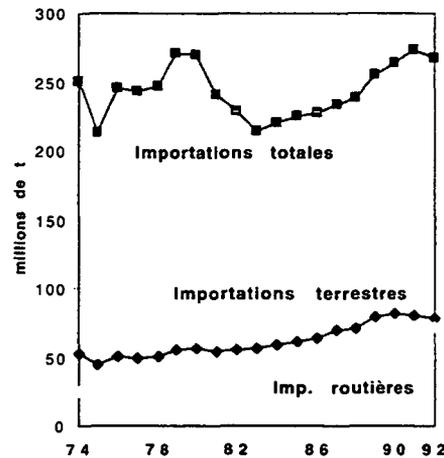
La part des importations terrestres passe ainsi de un cinquième à presque un tiers du total des tonnages importés ; la route - y compris detras (détournements de trafic par les ports étrangers) - a une évolution encore plus marquée, de un dixième à presque un quart du total.

<sup>(1)</sup> Note de synthèse OEST novembre 1995. Rapport (80 pages) prochainement disponible.

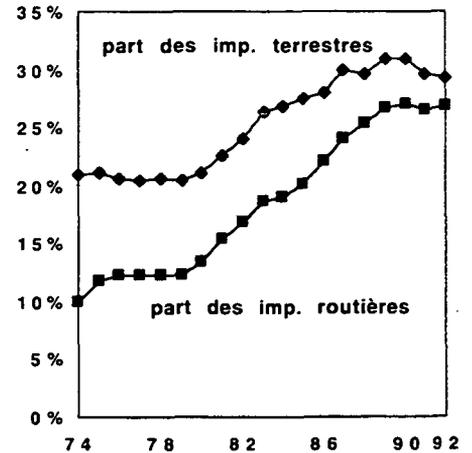
<sup>(2)</sup> Un rapport (70 pages + annexes) sera aussi prochainement disponible.

## MODÉLISATION

Importations totales, terrestres et routières en tonnage



Part des importations terrestres et routières dans les importations totales

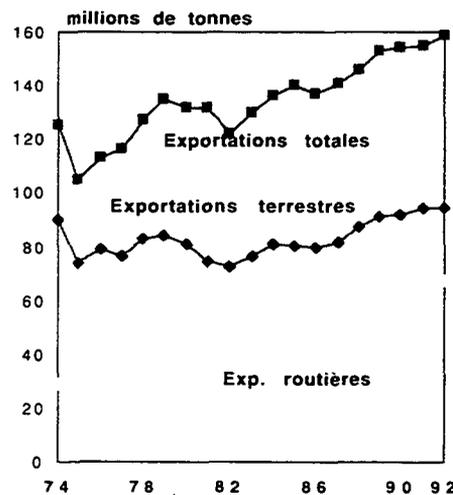


Sources : Douanes

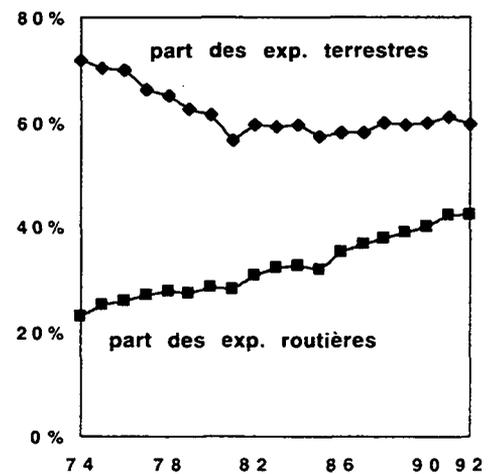
**Forte croissance  
passée  
des exportations  
maritimes  
et routières**

Les exportations ont augmenté globalement en tonnage (de 1,1 à 1,3% par an de 1974 à 1992), les trafics terrestres étant quasiment stables (avec une baisse du charbon, des minerais et des engrais), alors que la route, par contre, croissait rapidement, en gagnant des parts de marché sur le fer et la voie d'eau. Ainsi la part des échanges terrestres diminue de 72 à 60 %, celle du routier progressant de 22 à 40%.

Exportations totales, terrestres et routières en tonnage 1974-1992



Part des exportations terrestres et routières dans les exportations totales



Sources : Douanes

**Le transit hors  
champ de l'étude**

Le trafic de transit sur le territoire français concerne des échanges entre pays tiers passant par la France. Il n'est pas pris en compte dans les modèles actuels de l'OEST. Il convient de rappeler que le transit routier a très fortement augmenté dans le passé (près de 15 % par an entre 1984 et 1990).

**Trois scénarios  
2015**

Les trafics sont considérés à un niveau détaillé par produit transporté, à l'importation et à l'exportation ; une modélisation relie ces trafics en tonnage à des indicateurs de production ou d'échange extérieur issus de la comptabilité nationale (on se reportera au rapport d'étude pour la liste des 23 produits retenus et des branches économiques associées à ceux-ci). L'évolution de ces indicateurs à l'horizon 2015 est prévue dans trois scénarios établis par le Bipe.

## MODÉLISATION

### Scénarios Bipe Diva 2015

Taux de croissance annuel moyen

	1973-1993	Scénarios 1993-2015		
		Croissance forte	médiane	faible
PIB total	2,2	2,9	2,4	1,9
Production industrielle (1)	2,2	2,8	2,2	1,3
Importations	3,4	5,6	4,4	3,1
Exportations	4,4	5,9	4,5	2,6

(1) Il s'agit de la production industrielle hors énergie, tcam 1970-92 puis 1992-2015.

### Des perspectives de croissance des trafics

Ce sont les importations de produits agroalimentaires et manufacturés qui se développeraient le plus, avec une très faible augmentation des entrées de produits métallurgiques ; les importations terrestres se développant deux fois plus vite que les importations maritimes.

A l'exportation, les plus fortes croissances projetées concernent les produits chimiques et manufacturés, et à un degré moindre l'agroalimentaire.

Le tableau ci-après présente les résultats de la projection du scénario 2015 Europe, agrégés pour 10 catégories de produits, les 10 chapitres de la nomenclature statistique des transports (NST).

Les échanges extérieurs en tonnage: évolution 1974-1992 et projections 2015 dans le scénario médian par chapitre NST

Chapitres NST	Importations tous modes		Exportations tous modes	
	1974-1992	1992-2015	1974-1992	1992-2015
	croiss. moyenne		croiss. moyenne	
0 Produits agricoles	1,8%	2,3%	3,4%	1,8%
1 Prod. agro-aliment.	4,9%	3,6%	5,0%	3,0%
2 Charbon	0,5%	-5,5%	-3,0%	NS
3 Prod. pétroliers	-1,2%	1,0%	1,1%	2,0%
4 Minerais	0,4%	2,0%	-6,5%	-1,9%
5 Prod. métallurg.	1,0%	0,2%	0,8%	0,1%
6 Matériaux constru.	1,8%	2,0%	0,2%	2,6%
7 Engrais	0,3%	2,8%	-1,1%	-0,1%
8 prod. chim.	3,8%	2,7%	4,4%	4,3%
9 Prod. manufacturés	3,9%	4,7%	3,0%	4,2%
Tous produits	0,3%	1,7%	1,1%	2,5%
Ts prod. hors pétrole	1,4%	2,1%		
	Ts prod. hors mat. const.		1,3%	2,5%

A l'inverse des 20 dernières années marquées par la baisse des trafics de pondéreux et de pétrole, les projections détaillées par produit et branches économiques indiquent une croissance soutenue des échanges en tonnages tous modes confondus, au rythme de 2,1% et 2,5% par an à l'importation et l'exportation dans le scénario Europe de croissance moyenne, ce qui ne correspond toutefois qu'à une élasticité voisine de 0,5 entre les tonnages et les volumes ou francs constants.

### Des croissances différenciées pour les échanges maritimes, terrestres et routiers

Les exportations maritimes et terrestres augmenteraient sensiblement au même rythme, tirées par l'agroalimentaire, les produits chimiques et manufacturés. Inversement, les importations maritimes croitraient moitié moins que les flux terrestres.

Les échanges routiers se développeraient le plus, et davantage à l'importation (3,4% par an) qu'à l'exportation (2,7% par an). La projection des échanges routiers est établie en supposant que la route continue à gagner des parts de marché, mais à un rythme ralenti par rapport à celui des 20 dernières années.

## MODÉLISATION

Pour apprécier l'impact sur les infrastructures routières, il conviendrait de prendre en compte l'évolution des distances moyennes de transport. Une étude un peu ancienne semblait indiquer une certaine stabilité, mais des travaux plus récents ont montré leur forte croissance pour le trafic national.

### Les échanges extérieurs en tonnage: évolution 1974-1992 et projections 2015

croissance annuelle 1992-2015

	74-92	France	Europe	Monde
<b>Importations</b>				
Tous modes	0,3%	1,1%	1,7%	2,8%
Ts modes hs pétrole	1,4%	1,4%	2,1%	3,3%
Maritime	-0,2%	0,6%	1,1%	2,2%
Mar. hors pétrole	1,3%	0,5%	1,3%	2,5%
Terrestres	1,7%	2,0%	2,7%	3,8%
Route	6,0%	2,4%	3,4%	4,2%

<b>Exportations</b>				
Tous modes	1,1%	1,6%	2,5%	3,7%
Maritime	2,7%	1,9%	2,4%	3,7%
Mar. hors pétrole	2,9%	2,0%	2,4%	3,7%
Terrestres	0,2%	1,5%	2,6%	3,9%
Route	4,6%	1,5%	2,7%	4,0%

Enfin, les trafics sont très sensibles à la croissance économique générale : le taux d'augmentation annuelle des trafics double ou triple entre les scénarios extrêmes. ■

#### Rappel des mises à jour et approfondissements des modèles OEST-SES "détaillés par produits" de prévision des trafics de marchandises

Il s'agit de modèles de génération de trafics France entière, qui donnent l'évolution générale du trafic total et de chaque mode ; ils sont notamment utilisés pour les travaux de préparation des schémas directeurs ou pour des simulations financières...

Les premières modélisations portent sur les trafics intérieurs tous modes et sur les trafics routiers internationaux (F BOUTON; mars 1994 <sup>(1)</sup>) ainsi que sur les trafics routiers nationaux en niveau et en part modale de la route (Hong LE THI MINH, janvier et juin 1995 <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>).

Un deuxième volet d'approfondissement porte sur l'international : les échanges maritimes d'une part (Scarlett HELLOT) ; d'autre part l'ensemble de nos échanges internationaux et leur volet terrestre, avec mise en cohérence avec les prévisions maritimes (Didier WARZEE).

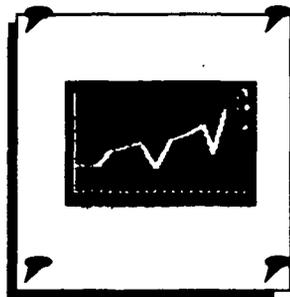
<sup>(1)</sup> Note de synthèse OEST mars 1994.

<sup>(2)</sup> Rapport OEST de juin 1995 disponible sur commande.

<sup>(3)</sup> Selon la terminologie adoptée ici, conforme à celle du rapport des comptes de transport de la nation, les trafics intérieurs sont tous ceux effectués sur le territoire français, y compris la partie française des trajets internationaux, les trafics nationaux sont ceux dont l'origine et la destination sont toutes deux situées en France.

## PROJECTIONS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT À L'HORIZON 2015

Maurice GIRAULT Jean-Pierre PUIG <sup>(1)</sup>



**Pour les voyageurs, la croissance globale des trafics projetés (2,4% à 3,2% par an) serait légèrement supérieure à celle du PIB (1,9% à 2,9% par an), mais inférieure à celle des vingt dernières années (4% par an), du fait d'une certaine saturation de la demande. La progression serait plus forte pour la route et l'aérien, dans la continuité des tendances passées ; malgré l'effet TGV, le transport ferroviaire perdrait encore des parts de marché. La part de marché de la route passerait de 75 % actuellement à 79% ou 83% en 2015, selon les hypothèses retenues; celle du fer de 19 à 16%. Les résultats apparaissent surtout sensibles au contexte macro-économique.**

**Pour les marchandises, la croissance globale serait dans la continuité des tendances passées (2,1% par an), et principalement tirée par le trafic international. Là encore la sensibilité au contexte macroéconomique est forte.**

La loi d'orientation d'aménagement et de développement du territoire du 4 février 1995 prévoit l'établissement de cinq schémas directeurs d'infrastructures de transport concernant les modes routier, ferroviaire, fluvial, portuaire et aéroportuaire. L'approche multimodale de préparation des schémas directeurs consiste d'abord à tenir compte des arbitrages possibles de la demande des voyageurs et des chargeurs dans une économie développée où les combinaisons sont nombreuses entre modes. Aussi le ministère a-t-il décidé d'adopter une approche commune des marchés à satisfaire et donc de s'assurer de la cohérence des cadrages pour les travaux spécifiques à venir de chacune des directions sectorielles du Ministère. A cet effet il a effectué un travail inter-directions de projection des trafics intérieurs interurbains à l'horizon 2015 des schémas directeurs.

La démarche repose d'abord sur des projections économétriques faites par le SES (ex-OEST) avec ses modèles qui essaient de relier l'évolution des différentes catégories de trafics à un ensemble de variables explicatives relatives à la macroéconomie, à la politique de régulation des transports et à l'offre d'infrastructures. Cette approche n'est pas sans faiblesse pour un horizon de 20 ans aussi a-t-elle bénéficié de deux types de garde-fous. Premièrement, de la confrontation avec d'autres travaux prospectifs effectués par les directions ou centres d'études et de recherche. Deuxièmement, des résultats de la consultation d'un panel d'experts auquel le jeu de projections a été présenté et qui a réagi en essayant d'identifier les éléments de rupture susceptibles de remettre en cause les résultats obtenus à partir d'une démarche généralement considérée comme un peu conservatrice.

Le groupe de travail a estimé qu'il existait une certaine déconnexion entre le contexte macroéconomique, la politique de régulation des transports et l'effort d'infrastructure même s'il n'y a pas véritable indépendance, aussi l'approche a consisté à présenter un scénario qualifié de médian, puis d'examiner en variante de ce scénario les résultats de projections conduisant à modifier tel ou tel bloc d'hypothèses.

## PROSPECTIVE

**Scénario médian :  
une croissance  
des trafics  
de voyageurs  
supérieure à celle  
du PIB  
mais inférieure  
à celle des 20  
dernières années**

Dans le scénario médian, pour les voyageurs, la mobilité globale connaîtrait un ralentissement significatif : le trafic total croîtrait de 2,6% par an après 4% lors des 20 dernières années, alors que la croissance du PIB avec 2,4% serait très proche des 2,2% de la période antérieure. Ce résultat tient à l'introduction d'hypothèses de saturation de la demande, d'abord pour la route, conformément aux travaux de l'INRETS (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité) tablant sur une saturation du taux d'équipement des ménages en automobiles du fait du vieillissement de la population. La saturation se manifesterait également dans l'aérien (taux de pénétration de l'aérien), ce que soulignent les travaux de l'ITA (Institut du transport aérien) sur la base de comparaisons de comportements moyens internationaux et de comportements français par catégories sociales. Les experts consultés sur cette opération se sont interrogés sur la date à partir de laquelle pourrait intervenir la saturation dans l'aérien.

Le ferroviaire voyageur résisterait relativement mieux grâce aux hypothèses retenues de poursuite de l'accroissement de l'offre TGV. Toutefois, ces inflexions modales ne sont pas d'une ampleur telle qu'elles remettent en cause la hiérarchie des rythmes de croissance constatée dans le passé; ainsi les parts modales continueraient à se déformer comme dans le passé mais selon une tendance ralentie.

### Trafics de voyageurs dans le scénario médian

	mds de voy-km		croissance annuelle moyenne	
	1992	1970-92	92-2015	2015
Routes	217,4	4,6%	2,8%	406,9
<i>dont autor. concédées</i>	65,4	11,5%	4,2%	168,6
Ferroviaire	52,9	2,0%	1,8%	80,4
Aérien	8,8	9,1%	3,5%	19,5
<b>TOTAL</b>	<b>279,2</b>	<b>4,0%</b>	<b>2,6%</b>	<b>506,8</b>

### Parts modales du trafic de voyageurs

	1971	1992	2015
Routes	71%	78%	80%
<i>dont autor. concédées</i>	7%	23%	33%
Ferroviaire	28%	19%	16%
Aérien	1%	3%	4%

**Trafics de  
marchandises :  
poursuite de la  
croissance passée**

Pour les marchandises, le rythme de croissance global des trafics dans le scénario médian serait identique à celui connu dans le passé (2,1% par an) pour une croissance de la production industrielle également inchangée (2,2%). Les échanges de marchandises resteraient fortement tirés par l'international : progression de 4% pour les trafics du commerce extérieur et de 5% pour ceux liés au transit.

Cette stabilité des rythmes globaux ne signifie pas celle de la répartition modale ; si comme pour les marchandises la hiérarchie des croissances modales n'est pas modifiée, elle serait resserrée grâce à une relativement bonne tenue des modes ferroviaire et fluvial permis par l'effort d'infrastructures (tunnel sous la manche pour le fer, canaux Rhin-Rhône et Seine nord pour le fluvial). Les parts modales continueraient ainsi à se déformer au profit de la route mais de façon ralentie.

### Trafics de marchandises dans le scénario médian

	mds de t-km		tcam	
	1992	1971-92	1992-2015	1992-2015
<b>TRAFIC INTERIEUR TOUS MODES</b>	<b>216</b>	<b>2,0 %</b>	<b>2,1 %</b>	<b>346</b>
<b>TRAFIC ROUTIER</b> avec impact du tunnel sous la Manche et des nouveaux canaux	161	3,5 %	2,4 %	280
<b>TRAFIC FERROVIAIRE</b> avec impact du tunnel sous la Manche et des nouveaux canaux	48,2	-1,3 %	0,8 %	57,5
<b>TRAFIC FLUVIAL</b> avec la nouvelle réglementation et les nouveaux canaux	6,9	-2,8 %	0,8 %	8,3

## PROSPECTIVE

### Parts modales du trafic de marchandises

	1971	1992	2015
Routes	51%	75%	81%
Ferroviaire	41%	22%	17%
Fluvial	8%	3%	2%

### **Résultats variantiels : une forte sensibilité à la croissance économique**

La variation des résultats par rapport au scénario médian dépend de la sensibilité des trafics à chaque hypothèse (élasticité) et des fourchettes de variation des hypothèses. Qu'il s'agisse des trafics de voyageurs ou de marchandises, les résultats varient le plus en fonction du contexte macroéconomique bien que les différents scénarios soient relativement peu écartés : 1 point de croissance moyen annuel entre le plus faible 1,9% et le plus élevé 2,9%. Pour les voyageurs, la croissance des trafics varie entre 2,3% et 3% selon le scénario ; la sensibilité à la croissance est la plus forte pour l'aérien intérieur et la plus faible pour le ferroviaire. Pour les marchandises, la sensibilité au contexte macroéconomique est plus forte que pour les voyageurs : la plage des taux de croissance varie entre 1,4% et 2,9% ; cette sensibilité apparaît forte pour les trois modes (route, fer, voie navigable). Par rapport à ces scénarios les experts estiment que le risque d'une croissance durablement plus faible que celle de 1,9% a pu être négligé, ce qui ouvrirait encore la fourchette des projections vers le bas.

### **Les politiques de transport auraient un impact modéré sur la demande**

La variation des résultats aux hypothèses de régulation de la politique des transports apparaît plutôt faible que ce soit pour les voyageurs ou pour les marchandises. En fait, deux jeux d'hypothèses ont été considérés, l'un qualifié de plutôt libéral où les prix du transport seraient bas du fait de l'intensité de la déréglementation et de l'absence d'augmentation de la TIPP sur le gazole pour lutter contre les externalités environnementales. Par contre dans un scénario plus volontariste l'hypothèse est faite d'une évolution plus soutenue des prix justifiée à la fois par une déréglementation plus progressive, par une revalorisation de près de 60% de la TIPP et par des effets plus forts du contrat de progrès dans le secteur du transport routier de marchandises ; enfin la SNCF profiterait de cette évolution des prix des concurrents pour revaloriser ses propres tarifs afin d'améliorer sa situation financière.

Le faible ralentissement des trafics voyageurs et le faible déplacement des trafics marchandises de la route vers les autres modes terrestres entre les scénarios libéral et volontariste doivent être regardés avec précaution. De façon générale, les élasticité prix à long terme sont difficiles à évaluer, certains choix, notamment de saturation dans l'aérien, ont conduit à privilégier des estimations où cette élasticité est plus faible que dans les autres modèles. Par ailleurs les experts estiment qu'en cas de modifications fortes et continues des prix, les élasticité prix peuvent s'accroître. Enfin, supposer que tous les effets de politiques globales, comme la déréglementation, passent par les seules élasticité prix est certainement réducteur.

Une hypothèse d'effort plus soutenu en faveur des infrastructures terrestres a également été testée par rapport au scénario médian : maintien du rythme de construction d'autoroutes 1995-2005 après cette date, construction de 120 km/an de lignes ferroviaires à grandes vitesse (LGV) au lieu de 80 km/an. Les trafics voyageurs s'accroîtraient de 0,2 point pour les autoroutes et de 0,4 point pour le fer et baisseraient de 0,5 point pour l'aérien. Pour les marchandises, le rythme de progression de la route serait légèrement supérieur de 0,1 point mais celui du fer divisé par 2 (0,4% au lieu de 0,8%). On peut s'interroger sur la plausibilité d'un effort d'infrastructures accru par rapport au scénario médian ; les experts consultés estiment que deux facteurs peuvent limiter l'effort, la contrainte financière mais aussi les progrès technologiques permettant d'améliorer la fluidité des trafics et donc la productivité des infrastructures.

## PROSPECTIVE

Au total, l'examen des différentes combinaisons de scénarios possibles fait apparaître un rythme moyen de croissance des flux plus fort pour les voyageurs (2,2%-3,2%) et plus resserré que pour les marchandises (1,4%-3,0%).

### Voyageurs en voyageurs-km

	mds de voy-km		écart en mds de voy-km par rapport au scénario médian			
	Scénario médian	Hypothèses alternatives				
	Offres basses	Croissance :		Régulation :		Offres :
		faible	forte	libérale	volontariste	hautes
Routes	407	-35	39	3	-4	14
<i>dont autor. concédées</i>	169	-10	11	6	-5	7
Ferroviaire	80	-3	2	3	-3	6
Aérien	19	-2	2	1	0	-2
<b>TOTAL</b>	<b>507</b>	<b>-40</b>	<b>43</b>	<b>7</b>	<b>-7</b>	<b>19</b>

### Marchandises en tonnes-km

	mds de t-km		écart en mds de t-km par rapport au scénario média			
	Scénario médian	Hypothèses alternatives :				
	Offres basses	Croissance :		Régulation :		Offres
		faible	forte	libérale	volontariste	hautes
Routier	280	-41	63	6	-8	7
Ferroviaire	57,5	-7,9	9,1	-3	4	-4
Voies navigables	8,3	-1,7	1,8	-1	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>346</b>	<b>-50</b>	<b>74</b>	<b>2</b>	<b>-3</b>	<b>2</b>





## PROJECTIONS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT À L'HORIZON 2015

Maurice GIRAULT et Jean-Pierre PUIG <sup>(1)</sup>

**Avertissement :** cet article est une mise à jour d'une note de synthèse de mars 1996 dont les chiffrages ont été légèrement modifiés. Des élasticités prix de long terme sont retenues et les projections de circulations routières sont légèrement infléchies, comme indiqué dans une note de synthèse de juillet-août 1996.

**Pour les transports interurbains de voyageurs, la croissance globale projetée (2,1% à 2,7% par an) serait légèrement supérieure à celle du PIB (1,9% à 2,9% par an), mais inférieure à celle des vingt dernières années (4% par an), du fait d'une certaine saturation de la demande. La progression serait plus forte pour la route et l'aérien, dans la continuité des tendances passées ; malgré l'effet TGV, le transport ferroviaire perdrait encore des parts de marché. La part de marché de la route passerait de 75 % actuellement à 79% ou 83% en 2015, selon les hypothèses retenues; celle du fer de 19 à 16%. Les résultats apparaissent surtout sensibles au contexte macroéconomique.**

**Pour les marchandises, la croissance globale serait dans la continuité des tendances passées (2,1% par an) et principalement tirée par le trafic international. Là encore la sensibilité au contexte macroéconomique est forte.**

La loi d'orientation d'aménagement et de développement du territoire du 4 février 1995 prévoit l'établissement de cinq schémas directeurs d'infrastructures de transport concernant les modes routier, ferroviaire, fluvial, portuaire et aéroportuaire. L'approche multimodale de préparation des schémas directeurs consiste d'abord à tenir compte des arbitrages possibles de la demande des voyageurs et des chargeurs dans une économie développée où les combinaisons sont nombreuses entre modes. Aussi le ministère a-t-il décidé d'adopter une approche commune des marchés à satisfaire et donc de s'assurer de la cohérence des cadrages pour les travaux spécifiques à venir de chacune des directions sectorielles du Ministère. A cet effet, il a effectué un travail inter-directions de projection des trafics intérieurs interurbains à l'horizon 2015 des schémas directeurs.

La démarche repose d'abord sur des projections économétriques faites par le SES avec ses modèles qui essaient de relier l'évolution des différentes catégories de trafics à un ensemble de variables explicatives relatives à la macroéconomie, à la politique de régulation des transports et à l'offre d'infrastructures. Cette approche n'est pas sans faiblesse pour un horizon de 20 ans. Aussi a-t-elle bénéficié de deux types de garde-fous. Premièrement, de la confrontation avec d'autres travaux prospectifs effectués par les directions ou centres d'études et de recherche. Deuxièmement, des résultats de la consultation d'un panel d'experts auquel le jeu de projections a été présenté et qui a réagi en essayant d'identifier les éléments de rupture susceptibles de remettre en cause les résultats obtenus à partir d'une démarche généralement considérée comme un peu conservatrice.

Le groupe de travail a estimé qu'il existait une certaine déconnexion entre le contexte macroéconomique, la politique de régulation des transports et l'effort d'infrastructure même s'il n'y a pas véritable indépendance. Aussi l'approche a-t-elle consisté à présenter un scénario qualifié de médian, puis à examiner en variante de ce scénario les résultats de projections conduisant à modifier tel ou tel bloc d'hypothèses.

## PROSPECTIVE

**Scénario médian :  
une croissance  
des trafics  
de voyageurs  
équivalente  
à celle du PIB  
mais inférieure  
à celle des 20  
dernières années**

Dans le scénario médian, pour les voyageurs, la mobilité globale connaîtrait un ralentissement significatif : le trafic total croîtrait de 2,4% par an après 4% lors des 20 dernières années, alors que la croissance du PIB avec 2,4% serait très proche des 2,2% de la période antérieure. Ce résultat tient à l'introduction d'hypothèses de saturation de la demande, d'abord pour la route, conformément aux travaux de l'INRETS (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité) tablant sur une saturation du taux d'équipement des ménages en automobiles du fait du vieillissement de la population. La saturation se manifesterait également dans l'aérien (taux de pénétration de l'aérien), ce que soulignent les travaux de l'ITA (Institut du transport aérien) sur la base de comparaisons de comportements moyens internationaux et de comportements français par catégories sociales. Les experts consultés sur cette opération se sont interrogés sur la date à partir de laquelle pourrait intervenir la saturation dans l'aérien.

Le ferroviaire voyageur résisterait relativement mieux, sous les hypothèses retenues de poursuite de l'accroissement de l'offre TGV. Toutefois, ces inflexions modales ne sont pas d'une ampleur telle qu'elles remettent en cause la hiérarchie des rythmes de croissance constatée dans le passé; ainsi les parts modales continueraient à se déformer comme dans le passé mais selon une tendance ralentie.

### Transports de voyageurs dans le scénario médian

	mds de voy-km	croissance annuelle moyenne		mds de voy-km
	1992	1970-1992	1992-2015	2015
Routes	217,4	4,6%	2,5%	387,2
<i>dont autor. concédées</i>	68,2	11,5%	3,8%	160,3
Ferroviaire	52,9	2,0%	1,8%	80,4
Aérien	8,8	9,1%	3,5%	19,5
TOTAL	279,2	4,0%	2,4%	487,0

### Parts modales des transports de voyageurs

	1971	1992	2015
Routes	71%	78%	79,5%
<i>dont autor. concédées</i>	7%	23%	33%
Ferroviaire	28%	19%	16,5%
Aérien	1%	3%	4%

**Trafics  
de marchandises :  
poursuite de la  
croissance passée**

Pour les marchandises, le rythme de croissance global des trafics dans le scénario médian serait identique à celui connu dans le passé (2,1% par an) pour une croissance de la production industrielle également inchangée (2,2%). Les échanges de marchandises resteraient fortement tirés par l'international : progression de 4% pour les trafics du commerce extérieur et de 5% pour ceux liés au transit.

Cette stabilité des rythmes globaux ne signifie pas que la répartition modale est inchangée ; si, comme pour les marchandises, la hiérarchie des croissances modales n'est pas modifiée, elle serait resserrée grâce à une relativement bonne tenue des modes ferroviaire et fluvial permis par l'effort d'infrastructures (tunnel sous la Manche pour le fer, canaux Rhin-Rhône et Seine nord pour le fluvial). Les parts modales continueraient ainsi à se déformer au profit de la route mais de façon ralentie.

### Parts modales des transports de marchandises

	1971	1992	2015
Routier	51%	75%	81%
Ferroviaire	41%	22%	17%
Fluvial	8%	3%	2%

# PROSPECTIVE

Projection des transports de marchandises dans le scénario « médian » :

	mds de t-km 1992	tcam 1971-1992	tcam 1992-2015	mds de t-km 2015
0- TRANSPORT INTERIEUR TOUS MODES	216	2,0%	2,1%	346
<b>I- EVOLUTION DES TRANSPORTS</b>				
	avant prise en compte des nouvelles infrastructures ferroviaires et fluviales			
<i>Transport routier</i>	161	3,5%	2,6%	288
- dont transport national	102	1,9%	1,2%	135
- dont échanges extérieurs français	34	6,6%	3,8%	80
- dont transport de transit	25	16,6%	4,8%	74
<i>Transport ferroviaire</i>	48,2	-1,3%	0,5%	53,5
<i>Transport fluvial</i>	6,9	-2,8%	-2,0%	4,4
<b>II- IMPACT DU TUNNEL SOUS LA MANCHE ET DES NOUVEAUX CANAUX</b>				
<i>Transport routier avec impact du tunnel sous la Manche et des nouveaux canaux</i>	161	3,5%	2,4%	280
<i>Transport ferroviaire avec impact du tunnel sous la Manche et des nouveaux canaux</i>	48,2	-1,3%	0,8%	57,5
<i>Transport fluvial avec la nouvelle réglementation et les nouveaux canaux</i>	6,9	-2,8%	0,8%	8,3

**Résultats  
variantiels : une  
forte sensibilité  
à la croissance  
économique**

La variation des résultats par rapport au scénario médian dépend de la sensibilité des trafics à chaque hypothèse (élasticité) et des fourchettes de variation des hypothèses. Qu'il s'agisse des trafics de voyageurs ou de marchandises, les résultats varient le plus en fonction du contexte macroéconomique bien que les différents scénarios soient relativement peu écartés : 1 point de croissance moyen annuel entre le plus faible (1,9%) et le plus élevé (2,9%). Pour les voyageurs, la croissance des trafics varie entre 2,1% et 2,7% selon le scénario ; la sensibilité à la croissance est la plus forte pour l'aérien intérieur et la plus faible pour le ferroviaire. Pour les marchandises, la sensibilité au contexte macroéconomique est plus forte que pour les voyageurs : la plage des taux de croissance varie entre 1,4% et 2,9% ; cette sensibilité apparaît forte pour les trois modes (route, fer, voie navigable). Par rapport à ces scénarios les experts estiment que le risque d'une croissance durablement plus faible que 1,9% l'an a pu être négligé, ce qui ouvrirait encore la fourchette des projections vers le bas.

**Les politiques  
de transport  
auraient un impact  
modéré  
sur la demande**

La sensibilité des résultats aux hypothèses de régulation de la politique des transports apparaît plutôt faible que ce soit pour les voyageurs ou pour les marchandises. En fait, deux jeux d'hypothèses ont été considérés. Dans le premier, qualifié de plutôt libéral, les prix du transport seraient bas du fait de l'intensité de la déréglementation et de l'absence d'augmentation de la TIPP sur le gazole pour lutter contre les externalités environnementales. Par contre, dans un scénario plus volontariste, l'hypothèse est faite d'une évolution plus soutenue des prix justifiée à la fois par une déréglementation plus progressive, par une revalorisation de près de 60% de la TIPP et par des effets plus forts du contrat de progrès dans le secteur du transport routier de marchandises ; enfin, la SNCF profiterait de cette évolution des prix des concurrents pour revaloriser ses propres tarifs afin d'améliorer sa situation financière.

Le faible ralentissement des trafics voyageurs et le faible déplacement des trafics marchandises de la route vers les autres modes terrestres entre les scénarios libéral et volontariste doivent être regardés avec précaution.

De façon générale, les élasticités prix à long terme sont difficiles à évaluer ; la plupart des experts estimant qu'en cas de modifications fortes et continues des prix, les élasticités prix peuvent s'accroître, les valeurs retenues pour la route sont les plus élevées des estimations des modèles (-0,3 pour la circulation, -0,4 pour le transport routier de marchandises) ; elles restent cependant relativement faibles. Toutefois, supposer que tous les effets de politiques globales, comme la déréglementation, passent par les seules élasticités prix est certainement réducteur.

## PROSPECTIVE

Une hypothèse d'effort plus soutenu en faveur des infrastructures terrestres a également été testée par rapport au scénario médian : maintien du rythme de construction d'autoroutes 1995-2005 après cette date, construction de 120 km par an de lignes ferroviaires à grandes vitesses (LGV) au lieu de 80 km/an. Les trafics voyageurs s'accroîtraient de 0,15 point pour les autoroutes et de 0,3 point pour le fer et baisseraient de 0,5 point pour l'aérien. Pour les marchandises, le rythme de progression de la route serait légèrement supérieur de 0,1 point mais celui du fer divisé par 2 (0,3% au lieu de 0,8%). On peut s'interroger sur la plausibilité d'un effort d'infrastructures accru par rapport au scénario médian ; les experts consultés estiment que deux facteurs peuvent limiter l'effort : la contrainte financière mais aussi les progrès technologiques permettant d'améliorer la fluidité des trafics et donc la productivité des infrastructures.

Au total, l'examen des différentes combinaisons de scénarios possibles fait apparaître un rythme moyen de croissance des flux plus fort pour les voyageurs (entre 2,2% et 3,2%) et plus resserré que pour les marchandises (de 1,4% à 3,0%).

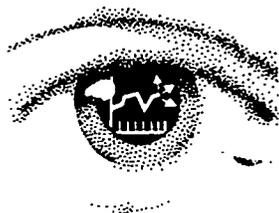
### Projections 2015. Scénario médian et hypothèses alternatives

#### En nombre de voyageurs-km

	mds de voy-km		écart en mds de voy-km par rapport au scénario médian			
	Scénario médian	Hypothèses alternatives				
		Croissance faible	Croissance forte	Politique de régulation "libérale" "volontariste"		Offres hautes
<b>Routes</b>	388	-27	21	9	-10	5
<i>dont aut. concédées</i>	160	-16	13	6	-6	5
<b>Ferroviaire</b>	80	-3,2	2,4	3	-3	6
<b>Aérien</b>	19	-2,8	2,3	3	-1	-2
<b>TOTAL</b>	487	-33	26	15	-13	9

#### En tonnes-km

	mds de t-km		écart en mds de t-km par rapport au scénario médian			
	Scénario médian	Hypothèses alternatives				
		Croissance faible	Croissance forte	Politique de régulation "libérale" "volontariste"		Offres hautes
<b>Routier</b>	280,0	-41	63	21	-25	7
<b>Ferroviaire</b>	57,5	-7,9	9,1	-5,5	6,1	-4
<b>Fluvial</b>	8,3	-1,7	1,8	-1,0	1,1	0
<b>TOTAL</b>	345,8	-50	74	15	-18	2



## LA PART DE LA ROUTE DANS LE TRANSPORT DE MARCHANDISES EN FRANCE : UNE APPROCHE PAR LES ÉLASTICITÉS-PRIX PAR PRODUIT

Jean-Claude METEYER,  
Pierre NORMAND  
et Jean-Christophe BLAIN

La note de synthèse de Maurice Girault et Hong Le Thi Minh de janvier 1995 proposait une modélisation économétrique de la part modale du transport routier national de marchandises en fonction notamment de la longueur du réseau autoroutier et du prix moyen du transport routier.

En substituant à ce prix moyen les séries de prix par produit correspondant aux sections de la nomenclature statistique des transports (NST), on a pu préciser les élasticités-prix de la part modale de la route qui s'avèrent très différentes d'un produit à l'autre.

L'élasticité-prix globale de la part modale du TRM en 1995 était de -0,15. Celle du fret, tous modes de transport confondus, étant égale à -0,24 la même année (voir note de synthèse de Karine Meyer de juillet-août 1996), on en déduit que l'élasticité-prix du trafic routier est de l'ordre de -0,4, valeur qui a effectivement été retenue, sur la base d'une autre analyse, pour la préparation des schémas directeurs d'infrastructures.

### Un affinement du modèle de partage modal

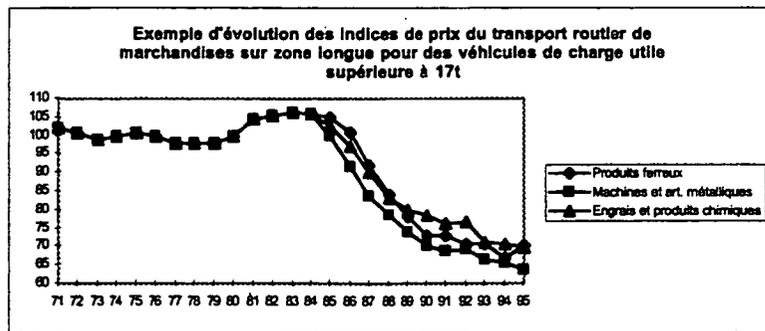
Pour effectuer ses prévisions, dans de précédents travaux, le SES avait modélisé la «part de marché de la route», c'est-à-dire le ratio du transport routier national (compte propre + compte d'autrui) sur la somme du transport routier national et des transports fluvial et ferroviaire nationaux et internationaux (transit compris pour le ferroviaire), pour les différents groupes de produits de la NST. Cette approche était donc, comme celle qui va suivre, une approche sectorielle, approche qui permet de mieux prendre en compte les restructurations de l'économie française sur le long terme. Les équations économétriques linéaires étaient estimées à partir de la méthode classique des moindres carrés sur la période 1971-1992 en fonction des indicateurs d'offre de transport routier : *indice de prix tous produits confondus du transport routier en zone longue pour des véhicules de plus de 17t de charge utile, et longueur du réseau autoroutier.*

L'approche complémentaire présentée dans cette note de synthèse consiste à étendre la régression à la période 1971-1995 et, surtout, à considérer comme variables explicatives les prix du transport par sections de la NST et non plus le seul prix moyen.

### Des prix routiers qui ont chuté de 20 à 30% en 10 ans

Les indices de prix relatifs du transport routier par produit ont été établis à partir de la T.R.O. de 1971 à 1985 et des indices de prix issus de l'enquête TRM depuis 1986 et rapportés à l'indice des prix à la consommation des ménages. Leur évolution est caractérisée, malgré une légère remontée des indices entre 1980 et 1983, par une stagnation jusqu'en 1985 puis par une baisse de 20% à 30% due à la chute du dollar (1985), à la baisse du prix du pétrole et à la déréglementation du TRM en 1986 dans un contexte de concurrence très vive entre transporteurs et de non respect de la réglementation sociale (graphique 1).

Graphique 1



**Le prix n'est qu'un des déterminants du partage modal**

L'évolution comparée des parts modales et des prix routiers conduit à distinguer trois groupes de produits :

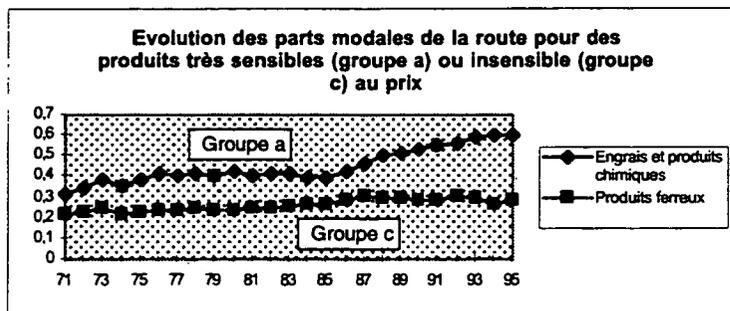
- a) le charbon, la chimie, les produits non-ferreux et le pétrole pour lesquels la répartition modale semble fortement et presque exclusivement liée à un effet prix ;
- b) les produits agricoles ou agro-alimentaires, le verre et les machines et articles métalliques, pour lesquels les gains de parts de marché de la route ont été sensibles avant la dérégulation du transport routier puis amplifiés par les baisses de prix ;
- c) les produits ferreux, la pâte à papier et le matériel de transport, dont les modes d'acheminement paraissent peu influencés par les prix.

L'étude des filières logistiques entreprise par le SES dans le cadre du programme européen REDEFINE permettra d'affiner cette analyse.

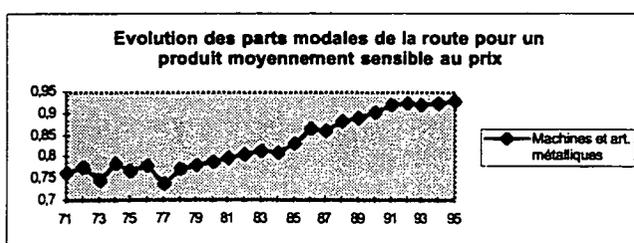
Les graphiques 2 et 3 présentent l'évolution de la part modale routière pour un représentant de chacun de ces groupes et le tableau 1 sa croissance sur 20 ans par produits NST.

Dans chaque cas, les prix du transport ont bien sûr aussi un effet sur le niveau de trafic tous modes mesuré en tonnes ou en tonnes-kilomètres. Par ailleurs, on sait que les prix du TRM sont directeurs (sauf peut-être pour les minerais et métaux) et induisent des évolutions parallèles des prix ferroviaires. C'est en fait la résultante de ces deux effets prix, des politiques d'offre et des évolutions logistiques que reflètent les courbes de répartition modale. Il est cependant remarquable qu'une simple observation des courbes mette en évidence les élasticités-prix auxquelles on doit s'attendre : respectivement forte, moyenne ou faible pour chacun des groupes de produits a), b) et c).

Graphique 2



Graphique 3



## MODÉLISATION

Tableau 1 : Evolution des parts modales du transport routier par produit sur 20 ans

Sections NST considérées	Part modale du transport routier 1975	Part modale du transport routier 1995	Trafic routier intérieur 1995 en milliards de t.km
0 prod. agricoles et bois	0,49	0,74	15,9
1 prod. agroalimentaires	0,7	0,84	24,4
2 charbon	0,12	0,15	0,3
3 pétrole	0,49	0,62	5,6
4A+5A produits ferreux	0,22	0,29	3,4
4B+5B produits non-ferreux	0,44	0,72	1,6
6A mat. de construction	0,6	0,73	20,4
7+8A+6B+8C engrais et prod. chimiques	0,39	0,6	8,2
8B pâte à papier	0,43	0,6	0,6
9A matériel de transport	0,41	0,62	2,9
9B machines et art. métalliques	0,77	0,93	0,5
9C verre	0,59	0,88	1,8
9D produits divers et messagerie	0,65	0,66	23,5

**Des élasticités-prix très contrastées selon les produits transportés et en forte baisse entre 1985 et 1995**

Le tableau 2 présente les élasticités-prix en 1985, 1990 et 1995 pour les produits ou groupes de produits de la NST\*. Il montre, comme le laissait prévoir l'observation directe des courbes de partage modal, que l'incidence des variations de prix sur ce partage varie considérablement d'un produit à l'autre, allant de l'insensibilité dans le cas des produits ferreux à des élasticités très fortes pour la chimie, le charbon et les produits non ferreux, ces deux derniers produits représentant toutefois une part très faible de l'ensemble du transport de marchandises.

Tableau 2 : Elasticités-prix par produit pour les années 1985, 1990 et 1995

Sections NST considérées	Elasticités 1985	Elasticités 1990	Elasticités 1995
0 prod. agricoles et bois	-0,61	-0,36	-0,3
1 prod. agroalimentaires	-0,25	-0,17	-0,14
2 charbon	-1,16	-0,82	-0,75
3 pétrole	-0,39	-0,29	-0,25
4A+5A produits ferreux	0	0	0
4B+5B produits non-ferreux	-0,8	-0,42	-0,4
6A mat. de construction	0	0	0
7+8A+6B+8C engrais et prod. chimiques	-1,15	-0,65	-0,51
8B pâte à papier	0	0	0
9A matériel de transport	0	0	0
9B machines et art. métalliques	-0,24	-0,16	-0,14
9C verre	-0,53	-0,33	-0,26
9D produits divers et messagerie	-0,14	-0,09	-0,08
Elasticités globales au prix moyen	-0,27	-0,17	-0,15

La décroissance des élasticités-prix, qui est générale de 1985 à 1995, est souvent proche de 50%. Ainsi pour le secteur de la chimie, une baisse de 1% des prix routiers induisait en 1985 une augmentation de 1,15% de la part de marché du TRM alors que cet effet serait maintenant réduit de plus de moitié.

**Vers une stabilisation des élasticités-prix entre 1995 et 2015?**

Les modèles économétriques ont permis de projeter le partage modal à l'horizon 2015 et d'évaluer l'incidence des politiques de transport sur ce partage. Cette projection a été réalisée sur la base du scénario médian adopté pour la préparation des schémas directeurs d'infrastructures. Ce scénario retient une croissance de 15% des prix TRM en 20 ans, qui résulterait d'une augmentation du prix des carburants et des salaires, d'un meilleur respect des règles de sécurité et de la réglementation sociale et d'une poursuite des gains de productivité.

\* Les équations considérées sont de la forme :

$$PartRout_i = \alpha_i + \beta_i \cdot IndicePrix_i + \gamma_i \cdot LongRésAutNat_i$$

où :  $IndicePrix_i$  = indice de prix routier pour le produit  $i$  à l'année  $t$

$LongRésAutNat_i$  = longueur du réseau autoroutier national en kilomètres à l'année  $t$  (source SETRA).

Cette modélisation linéaire conduit à une élasticité variable dans le temps.

## MODÉLISATION

Les résultats obtenus (élasticités-prix et parts modales 2015 par produit) sont regroupés dans le tableau 3 ci-après.

Du fait de l'inversion de tendance sur les prix routiers dans le scénario de base, les élasticités-prix devraient se stabiliser entre 1995 et 2015, contrastant ainsi avec les baisses relevées depuis 1985. Ceci tient à ce que, dans les modélisations linéaires, les élasticités-prix sont, au premier ordre, directement proportionnelles au niveau des prix et inversement proportionnelles à celui des trafics.

Un différentiel de croissance du TRM et du fer devrait toutefois subsister au détriment de ce dernier, ce qui explique que la part de marché de la route soit plus élevée en 2015.

Tableau 3 : Elasticités-prix et parts modales de la route à l'horizon 2015

Sections NST considérées	Elasticités 2015	Part modale de la route
0 prod. agricoles et bois	-0,32	75%
1 prod. agroalimentaires	-0,15	90%
2 charbon	-0,97	14%
3 pétrole	-0,29	62%
4A+5A produits ferreux	0	38%
4B+5B produits non-ferreux	-0,41	79%
6A mat. de construction	0	87%
7+8A+6B+8C engrais et prod. chimiques	-0,56	63%
8B pâte à papier	0	71%
9A matériel de transport	0	78%
9B machines et art. métalliques	-0,04	100%
9C verre	-0,28	96%
9D produits divers et messagerie	-0,1	66%
Elasticité globale au prix moyen	-0,15	

### **Une élasticité-prix du trafic routier de -0,4**

Une précédente note de synthèse (K. Meyer, juil.-août 1996) estimait à -0,24 l'élasticité du fret tous modes au prix du transport routier de marchandises. On en déduit que l'élasticité du trafic routier de marchandises au prix routier qui est égale à la somme des élasticités-prix de la part modale routière (-0,15 en 1995) et du trafic total tous modes vaut -0,4.

Précédemment, une fourchette très large allant de -0,12 à -0,7 était proposée pour cette élasticité. L'écart entre l'estimation actuelle (-0,4) et l'ancienne valeur haute de -0,7 donnée par les modèles globaux, s'explique par le fait que les modèles détaillés par produit modélisent mieux les effets de structure de la production industrielle (moindre importance des industries lourdes et du BTP) en isolant les différents marchés de transport.

La limite inférieure de la fourchette (-0,12) reposait sur l'hypothèse, infirmée depuis, d'une élasticité nulle du trafic tous modes aux prix routiers. Il reste qu'aucun modèle ne prend correctement en compte la qualité de service qui est pourtant déterminante pour le partage modal.

### *Références*

*Perspectives d'évolution de la demande de transport à l'horizon 2015*, dossier de cadrage du 5 septembre 1996, MELTT, SES (à paraître).

K. MEYER, *Elasticité de long et de court termes du fret à la croissance économique et aux prix du transport*, notes de synthèse du SES, juil. août 1996, MELTT, SES.

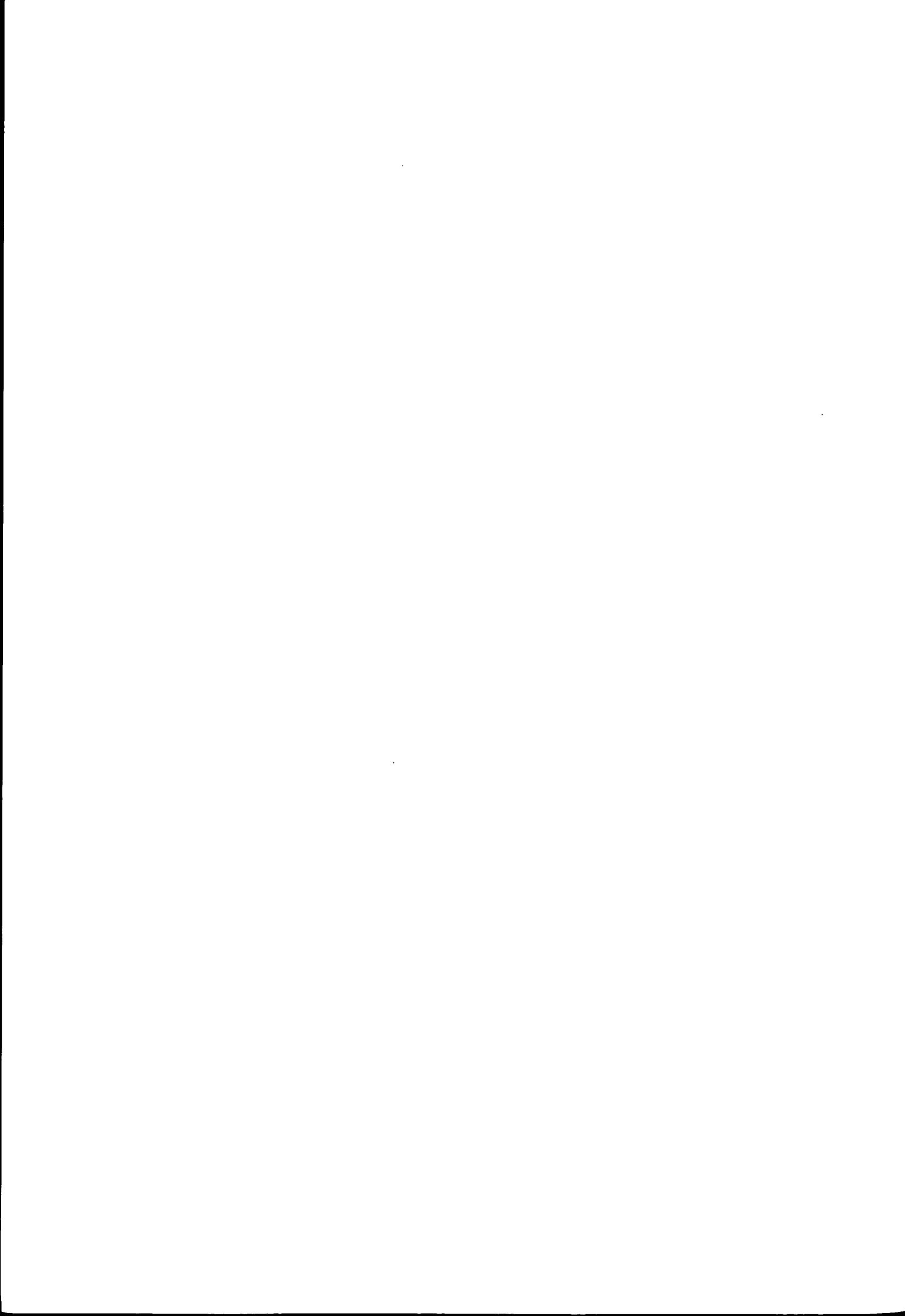
H. LE THI MINH, *Modélisation et prévision du trafic routier de marchandises*, rapport de stage, juin 1995, ENSAE-MELTT.

**L'APPORT DE LA COINTEGRATION A LA PREVISION  
DES TRAFICS DE MARCHANDISES PAR PRODUIT**

**Karine MEYER (Desi/Snct)**

Documents fournis :

- copie des transparents
- article paru dans Rail et Recherche n°10, février 1997, pp. 12-13.
- notes de synthèse parues sur le domaine à ce jour : 07-08/96.



# OBJECTIFS DE LA MODELISATION

---

- ⇒ Comment le fret ferroviaire peut-il accroître ses parts de marché?
- ⇒ Pour y répondre l'économétrie au service du fret :
  - Analyser le marché du fret,
  - Trouver les paramètres (ou variables) qui agissent sur la demande de transport,
  - Prévoir les évolutions de toutes les variables des modèles,
  - Aider dans la prise de décisions stratégiques.

# CADRE ET MOYENS

---

- Thèse de Doctorat dans le cadre d'une convention CIFRE.
- Date des travaux : 07/95-07/98.

## -Réseaux relationnels :

- Collaboration entre le CEME de Paris I et la SNCF,
- Réseau relationnel externe avec le SES (OEST).

- Outils : Logiciel informatique de programmation (GAUSS).

# PREMIÈRE PROBLÉMATIQUE (Rappel)

---

-Estimation des élasticités de CT et LT en appliquant des techniques plus récentes que celles employées jusqu'à ce jour.

⇒ Lorsque l'hypothèse de stationnarité n'est pas vérifiée, les techniques conventionnelles d'estimation entraînent des inférences non valides et les modèles souffrent alors de mauvaises spécifications.

⇒ Le développement de l'analyse des séries temporelles a prouvé que l'utilisation des techniques de **cointégration** et des **ECM** doivent être utilisées pour estimer des modèles où les variables sont **non stationnaires**. Les **ECM** fournissent à la fois ces élasticités de CT et de LT

-Vérification de la constance de ces élasticités pour une prévision meilleure.

# Détails sur la non stationnarité

---

## 1-Définition d'un processus stationnaire

Un processus  $(Y_t)_{t \in \mathbb{Z}}$  est stationnaire de second ordre (au sens large de  $L^2$ ) si :

$$\left. \begin{array}{l} \text{(i) } \forall t \in \mathbb{Z}, \text{Var}(y_t) = k < \infty \\ \text{(ii) } \forall t \in \mathbb{Z}, \text{E}(y_t) = m < \infty \\ \text{(iii) } \forall (t, h) \in \mathbb{Z}^2, \text{Cov}(y_t, y_{t+h}) = \Gamma(h) < \infty \end{array} \right\} \text{sont indépendants de } t.$$

## 2-Trois cas de non stationnarité, 2 méthodes de stationnarisation

- a-présence d'un trend déterministe, Série I(0), méthode d'écart à la tendance,
- b-présence d'une tendance stochastique, Série I(1), série stationnarisée en différence,
- c-présence de tendances des deux types, Série I(1), série stationnarisée en différence.

## 3-Différence entre série I(0) et I(1)

### -Variance des processus

$$\text{Si le processus est I(1) : } y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t = y_0 + \sum_{j=0}^{t-1} \varepsilon_{t-j}$$

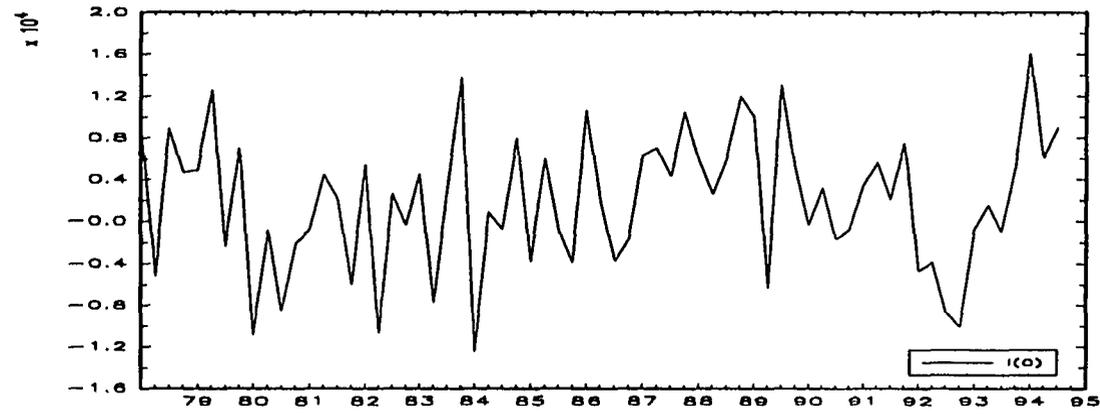
$$\text{d'où } \text{Var}(y_t) = \text{Var}\left(\sum_{j=0}^{t-1} \varepsilon_{t-j}\right) = t \cdot \text{Var}(\varepsilon_t) = (t) \cdot \sigma^2$$

### -Effets des chocs

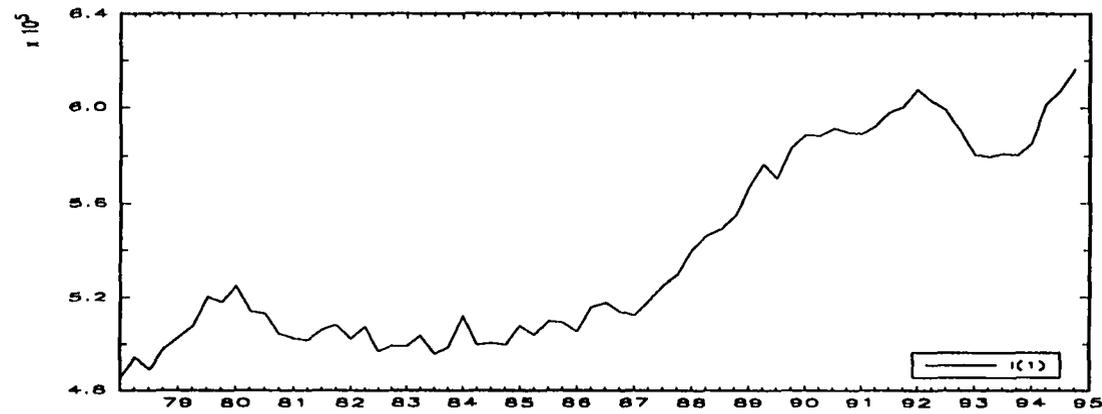
- Si le processus est I(1), la série est l'accumulation des chocs passés, et tous les chocs ont un effet permanent.
- Si le processus est I(0), alors les chocs ont un effet transitoire (retour à l'équilibre).

### -Conséquences sur les distributions asymptotiques.

**Graphe d'une série I(0)**



**Graphe d'une série non stationnaire, I(1)**



# Détails sur la cointégration

---

## 1-Définition (Engle et Granger (87))

Des processus sont dits cointégrés d'ordre 1, s'il existe une relation linéaire stationnaire entre ces deux processus, alors que chacun pris séparément est I(1).

## 2-Interprétation

Il existe un sentier d'équilibre de long terme entre ces variables.

## 3-Propriétés

Si des variables sont non stationnaires et cointégrées, alors on passe d'un modèle auto-explicatif à un modèle explicatif.

Si des variables sont cointégrées, on utilise la méthode d'estimation classique en 2 étapes qui permet d'expliquer une série par d'autres variables.

-la première équation fournit les élasticités de long terme d'un processus en fonction des autres variables avec lesquelles elle forme un système cointégré.

### 1-Équation de LT :

$$Tf_t = a_0 + a_0 t + \sum_{i=1}^n a_i \text{EXPLIC}_{it} + \varepsilon_t$$

-seconde équation (appelée Modèle à Correction Erreur) fournit les élasticités de court terme, en tenant compte de l'erreur d'ajustement à la trajectoire de long terme (estimé lors de l'étape 1).

### 2-Équation de CT, Modèle ECM :

$$\Delta Tf_t = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot \Delta \text{EXPLIC}_{it} + b_{n+1} \cdot \varepsilon_{t-1} + \eta_t$$

# LES DONNÉES UTILISÉES (AVANT NOUVELLE BASE)

---

## -Les Séries :

### 1-le trafic fret, en tonnes.km, CVS X-11 Census

- Trafic routier et trafic fluvial inchangés (source OEST),
- Trafic ferroviaire n.c. SNCF sur route : n.c. SERNAM, SCETA (source SNCF),
- Trafic Total modifié : car FER nouvelle source,  $TT=TRM+FER+VN$ .

### 2-Les séries macro-économiques (Source INSEE, CVS, en Fcs csts 1980)

- Production Industrielle n.c. BTP :  $PI = \sum_{i=2}^6 PU_{0i}$ ,
- Production Industrielle y.c. BTP :  $PIBTP = PI + PU_{07}$ .

### 3-Les séries explicatives prix du transport :

- Indice de Prix de la route (TRO, puis 86 TRM) (Source OEST),
- Produit Moyen Ferroviaire de la tonne.km taxée wagons hors TVA, yc recettes P vides, non compris recettes annexes. (Source SNCF) :

$$PMF = \frac{\text{Recette Comptable}}{\text{ensemble wagons (t.km)}}$$

# ÉLASTICITÉS DE LONG TERME

	Prod. Industrielle	Prix TRM	Tendance
Tous modes	1,15 (9,6)	-0,24 (-3,3)	$-4,0 \cdot 10^{-3}$ (-6,0)
TRM	0,92 (5,7)	-0,55 (-7,0)	-
FER	1,10 (5,6)	0,32 (2,7)	$-6,0 \cdot 10^{-3}$ (-6,7)
VN	2,45 (5,7)	0,81 (3,1)	$-10,0 \cdot 10^{-3}$ (-6,0)

Les élasticités de long terme du fret aux variables sont estimés sur la périodes 1982.1-1994.4.  
Les nombres entre parenthèses sont les t de student des coefficients estimés.

# ÉLASTICITÉS DE COURT TERME

---

	Prod. Industrielle	Prix TRM
Tous modes	1,57 (8,6)	-0,25 (-2,0)
TRM	1,53 (6,1)	-0,51 (-2,9)
FER	1,58 (4,8)	0,21 (0,9)
VN	1,29 (1,7)	1,00 (2,0)

Les élasticités de court terme du fret aux variables sont estimés sur la périodes 1982.1-1994.4.  
Les nombres entre parenthèses sont les t de student des coefficients estimés.

# CONCLUSIONS

---

-Impact à long terme du prix routier de transport de marchandises et d'une tendance temporelle (sf. pour le TRM).

-Le prix routier est le prix « leader » alors que le prix ferroviaire est « suiveur ».

-Problème d'instabilité de certaines élasticités devant être résolu pour utiliser ces modèles en vue de projection.

⇒ modèles plus détaillés par produits

⇒ spécification des élasticités en fonction des parts modales.

# LES DONNÉES UTILISÉES

---

## -Les Séries :

1-le trafic fret, par nature de produits, en tonnes.km, CVS X-11 Census,  
(Domestique et International)

- Les trafics (TRM et FER) des produits agricoles : **NST0**,
- Les trafics (TRM et FER) des produits alimentaires : **NST1**,
- Les trafics (TRM et FER) des matériaux de construction : **NST6A**,
- Les trafics (TRM et FER) des produits manufacturés : **NST9**,
- Le trafic (FER) des minerais et de la métallurgie : **NST45**.

2-Les séries macro-économiques (Source INSEE, CVS, en Fcs csts 1980)

- Production Industrielle des branches de la **NAP40**,
- Production Industrielle Intérieure (sans les exportations) de la **NAP40**,
- Les Exportations et les Importations de la **NAP40**.

3-Les séries explicatives prix du transport :

- Indice de Prix de la route (TRO, puis 86 TRM) (Source OEST),
- Produit Moyen Ferroviaire de la tonne.km taxée wagons hors TVA, yc recettes P vides, non compris recettes annexes. (Source SNCF).

# LE CADRE DE L'ETUDE

---

**-Problématique :** Modéliser les trafics par nature de produits à partir de l'échantillon : 1982.1 à 1994.4 (trimestriel).

**-Stratégie mise en oeuvre :**

- 1-Tableau de correspondance trafics NST-agrégats de la NAP40,
- 2-Analyse des évolutions des 4 agrégats de la sphère de production,
- 3-La modélisation (9 équations « coeurs » de base)
- 4-Détails des équations pour retenir le modèle de court et de long terme de prévision,
- 5-Comparaison des modèles du rail et de la route, et tentative d'explication des différentiels de part de marché.

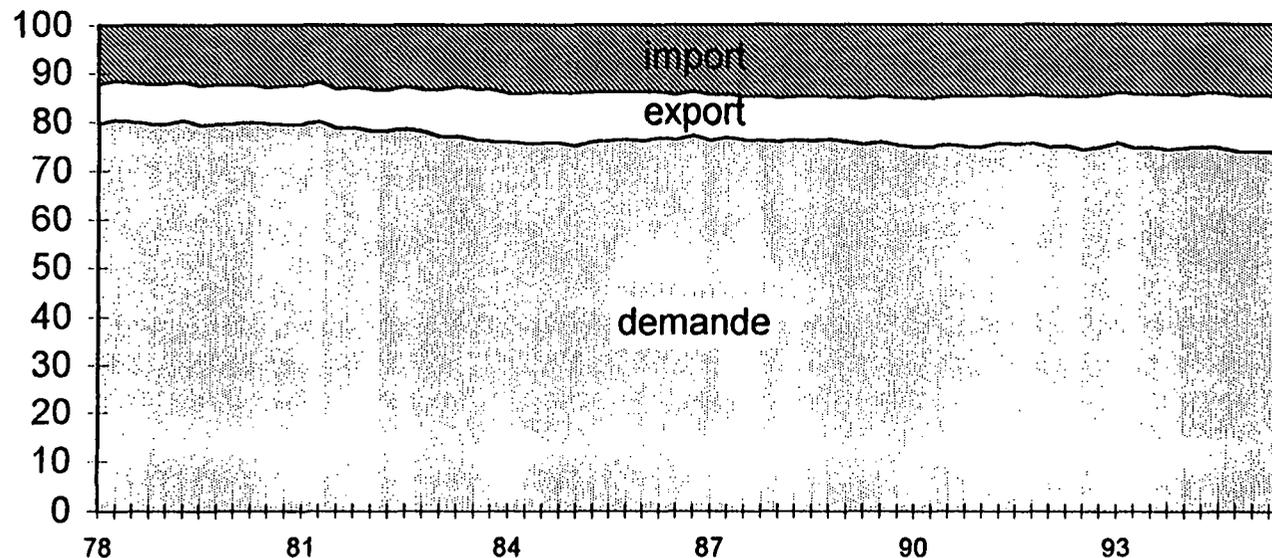
# LE TABLEAU DES CORRESPONDANCES TRAFICS (NST) ↔ PRODUITS (NAP40) (SES)

<b>Trafics (NST)</b>	<b>Branches (ou secteur) de la NAP40</b>
T. des produits agricoles et animaux vivants <b>(NST0)</b>	Agriculture, Sylviculture, Pêche <b>(T01 ou U01)</b>
T. des denrées alimentaires <b>(NST1)</b>	Industrie de la viande et du lait <b>(T02)</b> Autres Industries agricoles et alim. <b>(T03)</b>
T. Minerais et Métallurgie <b>(NST45)</b>	Minerais et métaux ferreux <b>(T07)</b> Minerais et métaux non-ferreux <b>(T08)</b> Fonderie et travail des métaux <b>(T13)</b>
T. des matériaux de construction <b>(NST6A)</b>	Matériaux de construction, minéraux divers <b>(T09)</b>

# LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

## Les agrégats de la sphère de production

Part de la demande, des exports et imports de la branche 09



- Branche peu marquée par les échanges extérieurs,
- Période de croissance : 1985-1991 (taux élevé), 1994-1995.
- Période de décroissance de la production: 1982-1985 (taux élevé), 1991-1994.

# LES ELASTICITES DES TRAFICS DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

---

## Long terme des trafics des matériaux de construction

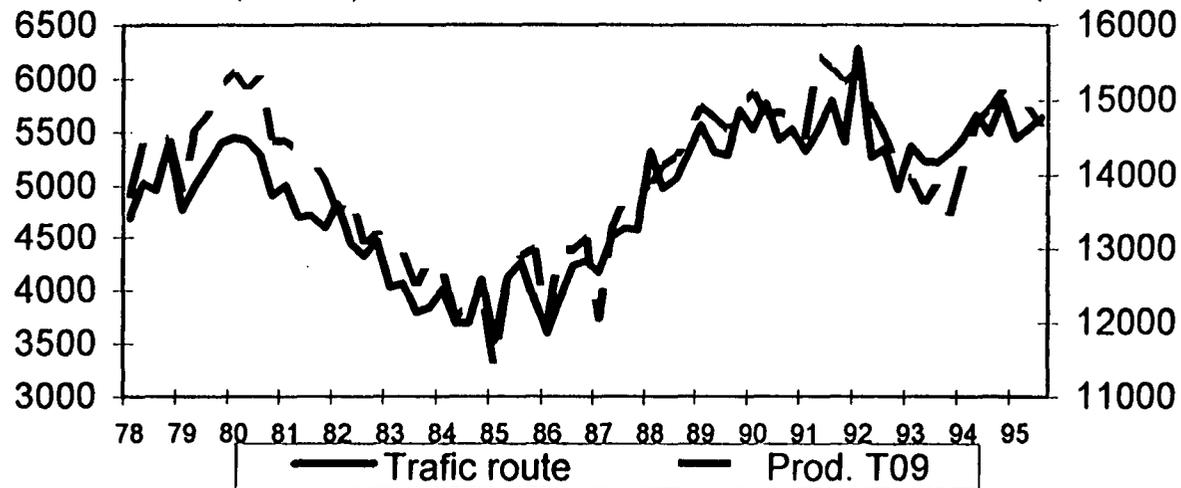
Long Terme	Production T09	Prix route	Prix Fer	Tendance	Constante
Trafic routier	1,2	-0,3	-	-	-3,3
Trafic ferroviaire	1,1	0,6	-	-	-3,0

## Court terme des trafics des matériaux de construction

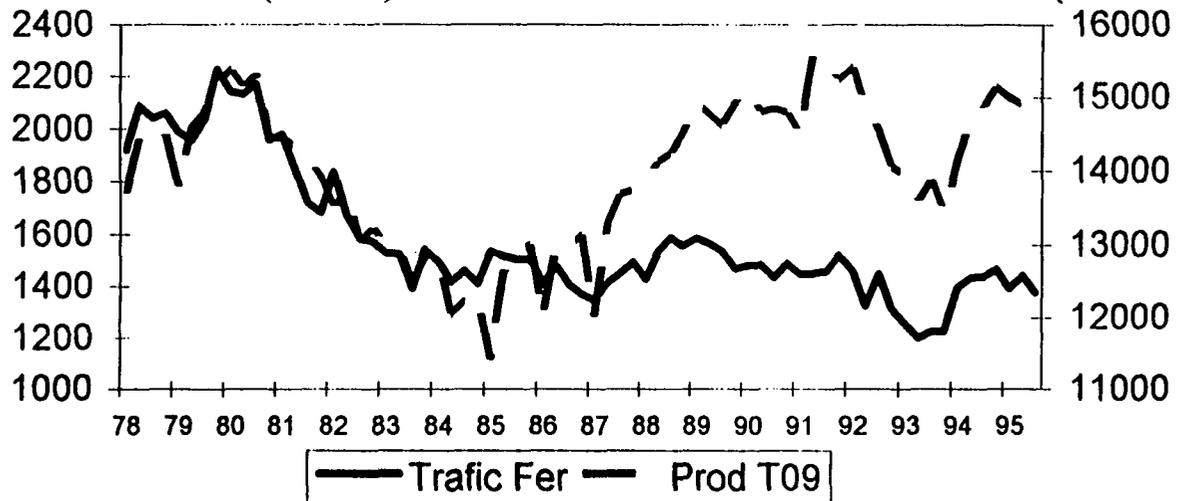
Court Terme	Production T09	Prix route	Prix Fer
Trafic routier	1,1	-	-
Trafic ferroviaire	0.8	-	-

# MATERIAUX DE CONSTRUCTION : LES COURBES

Séries : Trafic routier (en t.km) et Production des matériaux de construction (en MF 1980)

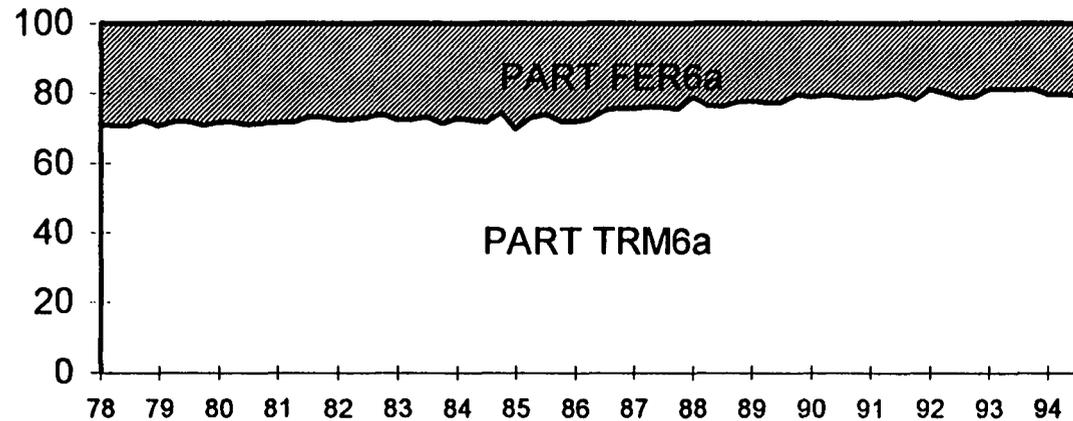


Séries : Trafic ferroviaire (en t.km) et Production des matériaux de construction (en MF 1980)



# MATERIAUX DE CONSTRUCTION: RAIL-ROUTE

PARTS DE MARCHES DES TRAFICS DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

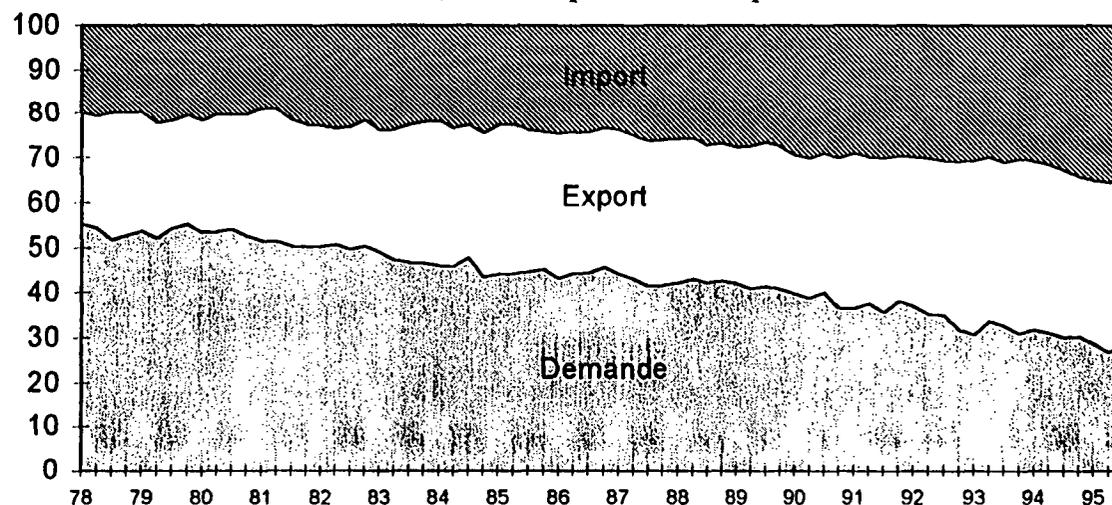


- De 1978 à 1986 : partage stable à l'avantage de la route : pas de détérioration,
- Depuis 1986 : déréglementation et abolition de la tarification obligatoire a entraîné domination plus forte de la route (80% des parts de marchés). On retrouve cet effet dans les élasticités de 0,6 : fer et -0,36 : route.
- Elasticités de long terme à la production T09 supérieure à 1, avec une meilleure réactivité pour la route (1,23 pour 1,09).

# LES MINERAIS ET LA METALLURGIE

Les agrégats de la sphère de production : 3 branches (T07, T08, et T13)

Part de la demande, des exports et imports de la branche 07



- Dématérialisation de l'économie : chute substantielle de la production des branches T07 et T08 depuis 1980, reprise en 1986 et stabilité.
- Echanges internationaux s'amplifient : croissance des exports (40% du total pour T07) et des imports (40% du total pour T08),
- Pour la branche T13 : croissance de la production de 1984 à 1990, sinon décroissance, flux étrangers peu importants.

# MINERAIS ET METAUX : LES ELASTICITES

## Long terme des trafics des minerais et de la métallurgie

Long Terme	Production T07	Exports T07	Prix route	Prix fer	Tendance	Constante
Trafic ferroviaire	0,3	0,6	-	-0,4	-0,01	-

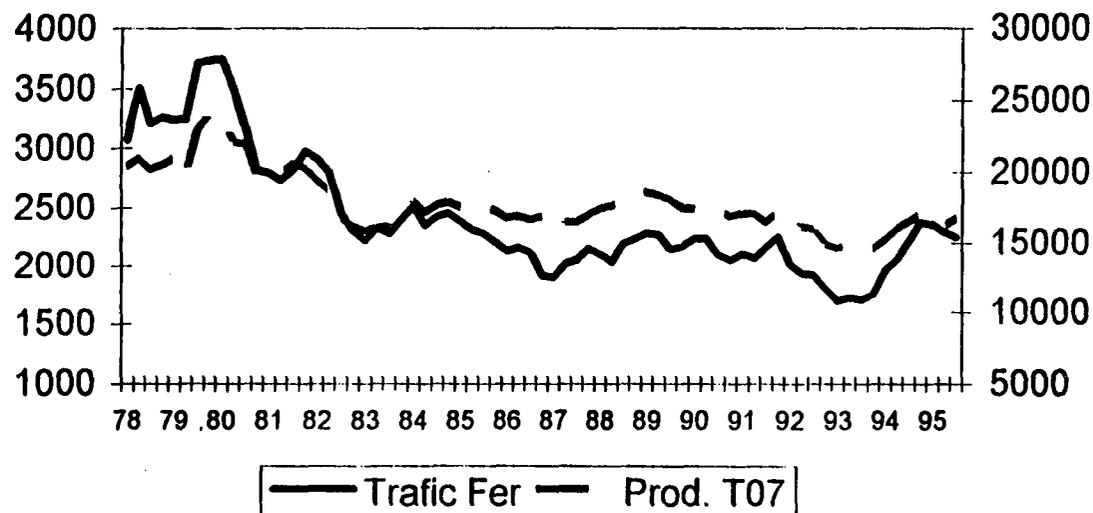
## Court terme des trafics des minerais et de la métallurgie

Court Terme	Production T07	Exports T07	Prix route	Prix fer	Constante
Trafic ferroviaire	0,4	0,4	-	-0,4	-

- De toutes les combinaisons testées : les agrégats des minerais et métaux ferreux (T07) sont les plus significatifs du trafic ferroviaire,
- La variable de concurrence est le prix ferroviaire,
- Lorsque on introduit la production de T13, elle n'est pas significative,
- Comparaison rail-route : le fer ne bénéficie pas de la croissance de ce secteur de 1986, contrairement au trafic routier qui lui croît de nouveau (annuel SES).

# MINERAIS ET METAUX : LES COURBES

Séries : Trafic ferroviaire (en t.km) et Production de la branche T07 (minerais et métaux ferreux) (en MF 1980)



Séries : Trafic ferroviaire (en t.km) et Exportations de la branche T07 (minerais et métaux ferreux) (en MF 1980)

