



*INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE  
SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SÉCURITÉ*

*Ruth BERGEL*

*Avec la collaboration d'Alexandre DEPIRE et d'Alexandre MUTTER*

# ***MODELISATION DES TRAFICS DE VOYAGEURS ET DE MARCHANDISES***

*Formats trimestriel et semestriel  
Agrégats macro-économiques base 1995  
Estimation sous SAS et sous E-views*

*Rapport de convention  
SES/INRETS n° 00-5815  
Juillet 2002  
Rapport DERA n° 2001-03*

*Ruth Bergel, chargée de mission, chercheur au département d'Evaluation et Recherche en Accidentologie (DERA)  
e-mail : [ruth.bergel@inrets.fr](mailto:ruth.bergel@inrets.fr)*

*Avec la collaboration d'Alexandre Depire et d'Alexandre Mutter, Institut de Statistique de l'Université Pierre et Marie Curie*

*L'unité de Recherche :*

*DERA : Département Evaluation et Recherche en Accidentologie  
2, Avenue du Général Malleret-Joinville – F – 94114 ARCUEIL CEDEX  
Tél : 01 47 40 70 00*

*ISUP, Institut de Statistique de l'Université Pierre et Marie Curie  
4 Place Jussieu, tour 45 - F - 75252 PARIS CEDEX 05  
Tél : 01 44 27 70 56*

**INRETS/RE-01-020-FR**

## Table des matières

Introduction.....	5
<b>1 Contexte.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Méthodologie.....</b>	<b>6</b>
2.1 Formulation économique.....	6
2.2 Spécification économétrique.....	7
2.3 Algorithmie.....	7
2.4 Elasticités.....	7
<b>3 La base de données.....</b>	<b>7</b>
3.1 La base de données voyageurs.....	8
3.1.1 Les données de trafics.....	8
3.1.2 Les données de croissance économique.....	8
3.1.3 Les variables descriptives de la consistance du réseau.....	9
3.1.4 Les données de prix.....	9
3.2 La base de données marchandises.....	10
3.2.1 Les données de trafics.....	10
3.2.2 Les données de croissance économique.....	10
3.2.3 Les données de prix.....	10
<b>4 Modèles trimestriels sous SAS.....</b>	<b>22</b>
4.1 Les modèles de trafics de voyageurs.....	22
4.1.1 Trafic routier.....	22
4.1.2 Trafic ferroviaire.....	22
4.2 Les modèles de trafics de marchandises.....	22
4.2.1 Trafic routier.....	22
4.2.2 Trafic ferroviaire.....	23
<b>5 Modèles semestriels sous SAS.....</b>	<b>24</b>
5.1 Les modèles de trafics de voyageurs.....	24
5.1.1 Trafic routier.....	24
5.1.2 Trafic ferroviaire.....	24
5.2 Les modèles de trafics de marchandises.....	24
5.2.1 Trafic routier.....	24
5.2.2 Trafic ferroviaire.....	24
<b>6 Réestimation des modèles trimestriels et semestriels sous Eviews.....</b>	<b>25</b>
<b>7 Conclusions et Perspectives.....</b>	<b>42</b>
<b>8 Bibliographie.....</b>	<b>44</b>
Annexe A : : Comparaison de modèles sous SAS et sous Eviews	
Annexe B : Critères de validité des modèles (sorties SAS)	
Annexe C : Liste des indicateurs modélisés et de leurs déterminants (sorties SAS)	

Ruth Bergel

Avec la collaboration d'Alexandre Depire et d'Alexandre Mutter

## *Modélisation des trafics de voyageurs et de marchandises*

*Formats trimestriel et semestriel  
Agrégats macro-économiques base 1995  
Estimation sous SAS et sous E-Views*

Convention SES-Inrets n° 00/5815

**Note de synthèse**  
Juillet 2002

Ce travail se situe dans le prolongement des travaux de modélisation trimestrielle des trafics de voyageurs et de marchandises réalisés dans le cadre de la convention SES/Inrets 1999 (cf. Rapport de convention SES/Inrets n° 99/5814, mai 2000).

Dans cette version précédente, le modèle était estimé sur la période 1980-1998, et reliait les principaux indicateurs agrégés des flux de trafic ferroviaire et routier à un petit nombre de variables représentatives de l'offre et de la demande de transport. Les agrégats macro-économiques représentatifs de la demande de transport (consommation, production, importations et exportations) étaient disponibles ou estimés sur une base mensuelle, puis agrégés sur une base trimestrielle.

Dans ce deuxième rapport, nous réestimons le modèle trimestriel en utilisant directement les agrégats macro-économiques des comptes nationaux trimestriels, définis dans la base 1995, puis nous le calibrons en format semestriel afin de l'affranchir des biais calendaires. La période de calage retenue est 1980-1999.

La demande comportait le transfert sous E-views de la modélisation initialement effectuée sous SAS, afin qu'elle puisse être mise en œuvre par l'ingénieur de l'Équipement.

### Méthodologie :

#### 1. Formulation économique :

Le modèle relie chaque indicateur de trafic à des variables représentatives de l'offre et de la demande de transport.

Les indicateurs de trafic sont agrégés par mode, ou par réseau. Pour les transports de voyageurs, il s'agit de l'ensemble de la circulation routière sur le réseau interurbain, dont on isole la circulation sur les autoroutes concédées, et de l'ensemble du trafic ferroviaire de voyageurs sur le réseau principal de la SNCF, banlieue parisienne exclue. Pour le trafic de fret, nous avons retenu l'ensemble du transport routier de marchandises, mesuré par l'enquête TRM, et l'ensemble du fret SNCF transporté par wagons ; pour les deux modes, nous avons isolé le trafic national du trafic total.

Les déterminants représentatifs de l'offre en terme de réseau sont la longueur du réseau autoroutier pour le mode routier et le nombre de trains en circulation, voire leur vitesse pour le mode ferroviaire ; les déterminants représentatifs des prix du transport sont des indicateurs de prix ou de recette unitaire : le prix des carburants utilisés par les voitures, le tarif de péage autoroutier et la recette unitaire sur le réseau principal de la SNCF pour les déplacements de voyageurs, le prix du transport routier de marchandises, en intérieur et en zone longue, et la recette unitaire wagons pour les trafics de marchandises.

Les déterminants représentatifs de la demande sont la consommation des ménages ou le produit intérieur brut pour les transports de voyageurs, et la production industrielle désagrégée par secteur pour les transports de marchandises. Les importations et les exportations totales, qui représentant nos échanges extérieurs, peuvent être retenues pour modéliser les trafics globaux de marchandises, mais n'ont pas été retenues ici en raison de leur corrélation avec les variables de consommation et de production.

## 2. Spécification économétrique :

Le modèle est mis en œuvre avec la spécification générale suivante :

$$\Phi(B)F(B) \left[ \log Y_t - \sum_{i=1..K} \Delta_i(B) \log X_{it} \right] = \Theta(B)\varepsilon_t + \mu$$

avec :  $Y$  la variable endogène,

$X_i$  les variables exogènes, pour  $i=1$  à  $K$ ,

$F(B)$ , un filtre de différences,

$\Phi(B)$ ,  $\Theta(B)$  et  $\Delta_i(B)$  des polynômes retard en  $B$ ,

et  $\varepsilon_t$  un bruit blanc non corrélé avec le passé de  $Y$  et des  $X_i$ .

## 3. Elasticités :

Nous calculons ici l'élasticité à long terme, de la variable endogène  $Y$  par rapport à la variable exogène  $X_i$ , engendrée par une variation  $\Delta X_i$  de la variable  $X_i$  (les variables explicatives interviennent au plus en  $t$  et en  $t+1$ , dans les modèles trimestriels et dans les modèles semestriels) :

$$\varepsilon_{Y/X_i} = \frac{\Delta Y / Y}{\Delta X_i / X_i} = \Delta_i(B)$$

## Principaux résultats (cf. tableaux 1 et 2) :

Les divergences de résultats entre les sorties des modèles estimés sous SAS et sous Eviews sont à attribuer à la méthode d'estimation des paramètres, qui est celle du maximum de vraisemblance sous SAS, et des moindres carrés sous E-views. Les résultats sont globalement voisins, chaque paramètre pouvant diverger légèrement pour un même modèle.

On notera par exemple un partage légèrement différent des effets, entre celui de la production industrielle et celui du prix routier, dans les modèles expliquant le trafic routier, intérieur et total, de marchandises. On remarquera aussi, de manière plus marquée, une séparation différente des effets de consommation et de prix, en rythme trimestriel pour le trafic ferroviaire de voyageurs.

Nous commentons successivement ci-après les valeurs d'élasticités obtenues par les modèles trimestriels et semestriels.

### 1. Transports de voyageurs :

Aucune variable d'offre, autoroutière ou ferroviaire, ne ressort significativement dans les modèles. De ce fait, les effets de croissance économique se trouvent surestimés. C'est particulièrement le cas pour le transport ferroviaire, dont l'élasticité à la consommation des ménages dépasse 1. Pour la route, l'élasticité de la circulation routière au produit intérieur brut est supérieure à 1 sur autoroutes (1,2 en rythme trimestriel et 1 en rythme semestriel), mais plus faible sur l'ensemble du réseau routier national (0,8 en rythme trimestriel et 0,5 en rythme semestriel).

Les effets de prix apparaissent cohérents avec les ordres de grandeur connus, qu'il s'agisse du prix des carburants, du tarif de péage autoroutier ou de la recette unitaire ferroviaire. Pour le fer, l'élasticité à la recette unitaire est forte (-0,5 en rythme trimestriel et -0,8 en rythme semestriel), et l'élasticité au prix croisé est sensiblement plus faible (-0,1 à -0,2 respectivement). Pour la route, l'élasticité au prix des carburants est plus marquée sur autoroutes que sur l'ensemble du réseau routier (de l'ordre de -0,2 sur autoroutes et de -0,1 sur l'ensemble du réseau); et il en est de même pour l'élasticité au tarif de péage autoroutier (-0,5 sur autoroutes et -0,1 à -0,2 sur l'ensemble du réseau, en rythme trimestriel et semestriel).

Les effets des différentes variables retenues dans les modèles sont parfois peu significatifs (le t-ratio limite, fixé à 1 en valeur absolue, correspond à un niveau de confiance de 30%) et sont difficiles à séparer (effet instantané et effet retard d'une même variable). Certaines variables apparaissent avoir un effet retardé en rythme semestriel alors que cet effet retardé n'apparaissait pas en rythme trimestriel, probablement porté par une autre variable.

### 2. Transports de marchandises :

En transport de marchandises, les effets sont plus significatifs, les variables retenues dans les modèles étant moins corrélées.

Pour le transport routier de marchandises, la production industrielle du BTP n'est pas significative en rythme trimestriel, de sorte que l'effet de production se reporte globalement sur la production industrielle hors BTP (l'élasticité du trafic à cette variable s'établit à 1,4); en rythme semestriel, les deux variables sont significatives (les élasticités du trafic à ces deux variables ressortent à 0,4 et 0,6 respectivement). Pour le fret ferroviaire, seule la production industrielle de biens intermédiaires est significative, et non l'ensemble de l'industrie, et cela vaut en rythme trimestriel et en rythme semestriel (les élasticités du trafic à cette variable s'établissent à 0,9 pour le trafic national et à 1,6 pour le trafic total).

Les effets de prix sont mesurés avec une variable de prix routier mesuré en intérieur et en zone longue, et une variable de recette unitaire wagons globale. Pour le transport routier de marchandises, l'élasticité au prix routier est de -0,5 (voire -0,6 pour le fret total en rythme semestriel). Pour le fret ferroviaire, on notera que la recette unitaire est explicative du fret ferroviaire total en plus du prix routier (l'élasticité du trafic à la recette unitaire s'établit à -0,5 et l'élasticité au prix routier à 0,4), et c'est même le seul indicateur significatif du fret national (l'élasticité du fret national à la recette unitaire s'établit à -0,2).

**Tableau 1: Modèles voyageurs**

Endogène	R <sup>2</sup>	Elasticités				
		PIB	ICARB	PEAGETL	DCM	IPMFER
<b>Modèles trimestriels sous SAS (maximum de vraisemblance)</b>						
PAAC	45,30%	1,17	-0,24	-0,53		
PAER	41,30%	0,79	-0,13	-0,13		
VKRP (*)	50,70%		0,16		1,05	-0,47
<b>Modèles semestriels sous SAS (maximum de vraisemblance)</b>						
PAAC	69,40%	1,02	-0,24	-0,47		
PAER	61,20%	0,46	-0,08	-0,23		
VKRP (*)	59,50%		0,18		1,3	-0,78
<b>Modèles trimestriels sous E-views (moindres carrés)</b>						
PAAC	46,20%	1,20	-0,24	-0,52		
PAER	40,70%	0,77	-0,13	-0,14		
VKRP (*)	55,80%		0,16		0,56	-0,18
<b>Modèles semestriels sous E-views (moindres carrés)</b>						
PAAC	69,70%	1,05	-0,25	-0,45		
PAER	61,10%	0,45	-0,08	-0,26		
VKRP (*)	59,90%		0,19		1,18	-0,83

*Seuil de significativité pour tous les paramètres: t-ratio supérieur à 1 en valeur absolue*

(\*)La série du trafic ferroviaire de voyageurs est corrigée de la grève de novembre-décembre 1995

Avec : PAAC et PAER les parcours effectués par l'ensemble des véhicules sur les autoroutes concédées et sur l'ensemble du réseau routier national, et VKRP le trafic de voyageurs sur le réseau principal de la SNCF,

PIB le produit intérieur brut et DCM la dépense de consommation des ménages,

ICARB le prix des carburants voiture, IPEAGETL le tarif de péage autoroutier pour l'ensemble des véhicules et IPMFER la recette unitaire sur le réseau principal de la SNCF.

**Tableau 2: Modèles marchandises**

Endogène	R <sup>2</sup>	Elasticités				
		IP3	IP7	IP9	IPRMTK	IPROUT
<b>Modèles trimestriels sous SAS (maximum de vraisemblance)</b>						
TRMTOTR	74,5%			1,44		-0,50
TRMR	73,5%			1,46		-0,49
SNCFTOT (**)	82,6%	1,56			-0,50	0,43
SNCF (**)	66,2%	0,92			-0,20	
<b>Modèles semestriels sous SAS (maximum de vraisemblance)</b>						
TRMTOTR	73,2%		0,44	0,6		-0,61
TRMR	71,5%		0,41	0,56		-0,52
SNCFTOT (**)	90,5%	1,65			-0,47	0,42
SNCF (**)	73,4%	0,9			-0,21	
<b>Modèles trimestriels sous E-views (moindres carrés)</b>						
TRMTOTR	77,2%			1,17		-0,41
TRMR	75,4%			1,20		-0,30
SNCFTOT (**)	84,0%	1,53			-0,48	0,44
SNCF (**)	68,0%	0,93			-0,20	
<b>Modèles semestriels sous E-views (moindres carrés)</b>						
TRMTOTR	78,3%		0,39	0,45		-0,37
TRMR	77,0%		0,37	0,42		-0,27
SNCFTOT (**)	95,9%	1,62			-0,52	0,40
SNCF (**)	75,2%	0,88			-0,21	

*Seuil de significativité pour tous les paramètres: t-ratio supérieur à 1 en valeur absolue*

(\*\*) Les séries de fret ferroviaire sont corrigées de la grève de novembre-décembre 1995

Avec : TRMTOTR et TRMR le transport routier de marchandises, total et national, SNCTTOT et SNCF le fret ferroviaire wagons, total et national, IP7 la production du BTP, IP9 la production industrielle hors BTP et IP3 la production des biens intermédiaires, IPRMTK la recette unitaire wagons et IPROUT le prix routier en intérieur et en zone longue.



### Perspectives :

Les perspectives consistent à prendre en compte la qualité de l'offre pour les transports de voyageurs, en introduisant dans les modèles des variables descriptives des réseaux : ces variables sont à constituer pour le trafic ferroviaire, et à affiner pour la circulation routière. Il s'agit aussi de prendre en compte nos échanges extérieurs dans les modèles explicatifs des trafics globaux de marchandises.

La performance empirique des modèles doit être évaluée sur la période récente, et comparée à la performance de modèles annuels établis avec les mêmes données. La performance des modèles devrait être établie pour le suivi explicatif sur la période passée, mais aussi pour la prévision .

Une spécification plus appropriée à un horizon de moyen/long terme, ou un couplage avec d'autres modèles utilisés à un horizon de moyen/long terme, peut être étudiée.

## Liste des figures

Figure 1: Parcours sur le réseau routier national, en centaines de millions de véhicules-km, source SNRD. ....	12
Figure 2: Parcours sur autoroutes concédées, en centaines de millions de véhicules-km, source SNRD. ....	12
Figure 3: Trafic de voyageurs sur le réseau principal SNCF, en millions de voyageurs-km, source SNCF. ....	12
Figure 4: Produit intérieur brut, en volume aux prix de 1995, source INSEE. ....	13
Figure 5: Dépenses de consommation des ménages, en volume aux prix de 1995, source INSEE. ....	13
Figure 6: Prix des carburants voiture, francs constants 1980, indice en base 100 en 1980, estimation INRETS. ....	14
Figure 7: Recette tarifaire unitaire pour l'ensemble des sociétés d'autoroutes, en centimes constants 1980 au véhicule-km, source FFSA. ....	14
Figure 8: Recette unitaire sur le réseau principal de la SNCF, en centimes constants 1980 au voyageur-km, source SNCF. ....	14
Figure 9: Longueur du réseau autoroutier concédé, en km, source SNRD. ....	15
Figure 10: Trains-kilomètres TGV, en milliers de trains-km, source SNCF. ....	15
Figure 11: Transport routier de marchandises, intérieur et total, en millions de tonnes-km, source SES, enquête TRM. ....	16
Figure 12: Trafic ferroviaire de marchandises transporté par wagons, intérieur et total, en millions de tonnes-km, source SNCF. ....	16
Figure 13: Indice de production industrielle hors BTP, base 100 en 1995, source INSEE. ....	17
Figure 14: Indice de production des IAA, base 100 en 1995, source INSEE. ....	17
Figure 15: Indice de production des biens intermédiaires, base 100 en 1995, source INSEE. ....	17
Figure 16: Indice de production de l'industrie, hors BTP, IAA et biens intermédiaires, base 100 en 1995, source INSEE. ....	18
Figure 17: Indice de production du BTP, base 100 en 1995, source INSEE. ....	18
Figure 18: Recette unitaire du trafic de marchandises transportées par wagons, prix à la tonne-kilomètre, en francs constants 1980, source SNCF. ....	19
Figure 19: Prix du transport routier de marchandises, prix à la tonne-kilomètre, en francs constants 1980, en zone longue et en intérieur, enquête TRM, source SES. ....	19

## Liste des tableaux

Tableau 1: Modèles voyageurs. ....	20
Tableau 2: Modèles marchandises. ....	21

## Introduction

Ce travail se situe dans le prolongement des travaux de modélisation trimestrielle des trafics de voyageurs et de marchandises réalisés dans le cadre de la convention SES/INRETS 1999 (cf. Rapport de convention SES/Inrets n° 99/5814, mai 2000).

Dans cette version précédente, le modèle était estimé sur la période 1980-1998, et reliait les principaux indicateurs agrégés des flux de trafic ferroviaire et routier à un petit nombre de variables représentatives de l'offre et de la demande de transport. Les agrégats macro-économiques représentatifs de la demande de transport (consommation, production, importations et exportations) étaient disponibles ou estimés sur une base mensuelle, puis agrégés sur une base trimestrielle.

Dans ce deuxième rapport, nous réestimons le modèle trimestriel en utilisant directement les agrégats macro-économiques des comptes nationaux trimestriels, définis dans la base 1995, puis nous le calibrons en format semestriel afin de l'affranchir des biais calendaires. La période de calage retenue est 1980-1999.

La demande comportait le transfert sous E-views de la modélisation initialement effectuée sous SAS, afin qu'elle puisse être mise en œuvre par l'ingénieur de l'Équipement.

Après avoir présenté le contexte de la recherche et la méthodologie retenue, nous décrivons la base de données; nous commentons les modèles estimés sous SAS puis sous E-views, en format trimestriel et semestriel, et apprécions la significativité des variables et les valeurs des paramètres, qui mesurent les élasticités des trafics à leurs déterminants.

## 1 Contexte

Les modèles économétriques utilisés pour le suivi explicatif et la prévision de l'activité du secteur des transports sont à l'origine des modèles sur données annuelles, pour des raisons qui tiennent au fait que les données de mesure de l'activité transport ne sont pas toujours disponibles avec une périodicité inférieure à l'année ni sur une période suffisamment longue, et à la difficulté technique de construire des modèles sur des données infra-annuelles. Alors que les services de conjoncture utilisent des modèles de suivi sur données mensuelles ou trimestrielles, plus rares sont les prévisions transport réalisées à un horizon inférieur à l'année.

Les difficultés à utiliser des modèles de prévision sur données annuelles, qui sont apparues au début des années 1980 dans un contexte de croissance économique ralentie, ont renforcé l'intérêt pour des modèles de court terme de type « ARIMA »<sup>1</sup>. Des projections ont ainsi été systématiquement réalisées à l'OEST à un horizon de 6 mois, par extrapolation de la tendance récente (Bergel et al., 1984 à 1992); elles sont apparues fiables, et ont pu être améliorées par la prise en compte dans les modèles des facteurs exogènes qui affectent, de manière ponctuelle ou permanente, les indicateurs d'activité du secteur des transports.

A compter de 1990, la mise en œuvre de modèles économétriques de court terme avec variables causales a été une des orientations préconisées par le Ministère, de manière à disposer de scénarios variantiels de l'évolution des flux de trafic en fonction des principaux

---

<sup>1</sup> modèles auto-régressifs intégrés et moyenne mobile.

déterminants de l'offre et de la demande de transport, avec pour support des logiciels spécifiques à ce type de modélisation<sup>2</sup>.

D'autres problématiques ont été également développées, qui visent à prendre en compte simultanément les fluctuations de court et de long terme des indicateurs de trafic, tant pour les déplacements de voyageurs que pour les trafics de marchandises (Bresson, Madre, Pirotte, 1997 et Meyer, 1998), dans une approche de co-intégration, avec des modèles à correction d'erreur.

Nous nous situons ici délibérément dans une approche de court terme, avec pour objectif le suivi explicatif et l'anticipation à un horizon d'1 à 2 ans de l'évolution des principaux indicateurs agrégés des trafics routier et ferroviaire de voyageurs et de marchandises, en fonction de leurs principaux déterminants. L'approche retenue est uniquement modale, et nous reprenons ici la spécification économétrique validée dans le cadre de nos précédents travaux (cf. rapport de convention précédent).

## **2 Méthodologie**

### **2.1 Formulation économique**

Le modèle relie chaque indicateur de trafic à des variables représentatives de l'offre et de la demande de transport.

Les indicateurs de trafic sont agrégés par mode, ou par réseau. Pour les transports de voyageurs, il s'agit de l'ensemble de la circulation routière sur le réseau interurbain, dont on isole la circulation sur les autoroutes concédées, et de l'ensemble du trafic ferroviaire de voyageurs sur le réseau principal de la SNCF, banlieue parisienne exclue. Pour le trafic de fret, nous avons retenu l'ensemble du transport routier de marchandises, mesuré par l'enquête TRM, et l'ensemble du fret SNCF transporté par wagons ; pour les deux modes, nous avons isolé le trafic national du trafic total.

Les déterminants représentatifs de l'offre en terme de réseau sont la longueur du réseau autoroutier pour le mode routier et le nombre de trains en circulation, voire leur vitesse pour le mode ferroviaire ; les déterminants représentatifs des prix du transport sont des indicateurs de prix ou de recette unitaire : le prix des carburants utilisés par les voitures, le tarif de péage autoroutier et la recette unitaire sur le réseau principal de la SNCF pour les déplacements de voyageurs, le prix du transport routier de marchandises, en intérieur et en zone longue, et la recette unitaire wagons pour les trafics de marchandises.

Les déterminants représentatifs de la demande sont la consommation des ménages ou le produit intérieur brut pour les transports de voyageurs, et la production industrielle désagrégée par secteur pour les transports de marchandises. Les importations et les exportations totales, qui représentant nos échanges extérieurs, peuvent être retenues pour modéliser les trafics globaux de marchandises, mais n'ont pas été retenues ici en raison de leur corrélation avec les variables de consommation et de production.

---

<sup>2</sup> Tels que Mandrake : système-expert d'analyse de séries chronologiques, module de prise en compte de variables exogènes, et Modest : logiciel d'aide à la modélisation d'un Ensemble de Séries Temporelles.

## 2.2 Spécification économétrique

Le modèle est mis en œuvre avec la spécification générale suivante :

$$\Phi(B)F(B) \left[ \log Y_t - \sum_{i=1..K} \Delta_i(B) \log X_{it} \right] = \Theta(B)\varepsilon_t + \mu$$

avec :  $Y$  la variable endogène,

$X_i$  les variables exogènes, pour  $i=1$  à  $K$ ,

$F(B)$  un filtre de différences,

$\Phi(B)$ ,  $\Theta(B)$  et  $\Delta_i(B)$  des polynômes retard en  $B$ ,

et  $\varepsilon_t$  un bruit blanc non corrélé avec le passé de  $Y$  et des  $X_i$ .

La spécification retenue ici a été validée, parmi un petit nombre de spécifications classiques, par l'utilisation d'un ensemble de tests statistiques, et en minimisant la valeur du MAPRE, c'est-à-dire l'erreur relative moyenne faite pour la prédiction à un pas sur la période de calibrage du modèle (cf. rapport de convention précédent).

## 2.3 Algorithmie

Sous SAS, nous utilisons la procédure ARIMA (option ml), qui met en œuvre la méthode du maximum de vraisemblance. La vraisemblance est calculée par le filtre de Kalman, et elle est maximisée par la méthode de Marquardt.

Sous E-views, la méthode d'estimation est celle des moindres carrés.

## 2.4 Elasticités

Nous notons  $\varepsilon_{Y/X} = \frac{\frac{\Delta Y}{Y}}{\frac{\Delta X}{X}}$  l'élasticité de la variable endogène  $Y$  par rapport à la variable

exogène  $X$ , engendrée par une variation  $\Delta X$  de la variable  $X$ .

Nous calculons ici l'élasticité à long terme, c'est-à-dire ici élasticité à l'équilibre (les variables interviennent au plus en  $t$  et en  $t+1$ , dans les modèles trimestriels ou semestriels) :

$$\varepsilon_{Y/X_i} = \frac{\Delta Y / Y}{\Delta X_{i / X_i}} = \Delta_i(B)$$

## 3 La base de données

La base de données regroupe des données fournies par la SNCF, par l'INRETS, par le SETRA ou issues de la base de données mensuelles de l'INSEE, existant avec une périodicité mensuelle. Nous nous limiterons ici à la description des données utilisées dans le cadre de ce rapport.

<sup>3</sup> Une recherche de forme fonctionnelle plus générale, avec transformation logarithmique sur la variable endogène et transformation de Box-Cox sur les exogènes, a montré qu'en rythme mensuel pour la circulation routière inter-urbaine, il n'existait pas de différence statistiquement significative entre un modèle à forme fonctionnelle optimale et un modèle à forme logarithmique ou linéaire ( $\lambda=0$  ou  $1$ ) sur les exogènes (cf. Rapport de stage d'Alexandre Mutter réalisé à l'INRETS, novembre 1999).

Les bases trimestrielle et semestrielle ont été constituées à partir de la base mensuelle, par agrégation (par somme ou par moyenne) des séries mensuelles par trimestre civil, puis par semestre civil.

Seuls les agrégats macro-économiques mesurés dans la base 1995 (consommation, production) ont été saisis directement en format trimestriel à partir des comptes nationaux trimestriels de l'INSEE, puis ont été agrégés en format semestriel. La série de consommation des ménages est remplacée par une série de dépenses de consommation des ménages, qui ne couvre pas le même champ. En revanche, les autres agrégats, de production : le produit intérieur brut, ou de production industrielle – éclatée pour nous entre différents secteurs - conservent le même champ<sup>4</sup>.

### **3.1 La base de données voyageurs**

#### **3.1.1 Les données de trafics**

##### ***3.1.1.1 Les parcours de véhicules sur le réseau routier national (en centaines de millions de véhicules-km, sources SNRD)***

Les parcours effectués par l'ensemble des véhicules sur le réseau routier national *PAER*, dont distinctement sur les autoroutes concédées *PAAC* sont mesurés sur le réseau existant en début d'année, même si des tronçons autoroutiers sont mis en service en cours d'année. A noter que ces données ne sont pas strictement identiques à celles publiées par le SETRA, qui sont sur la période récente corrigées de l'effet d'allongement du réseau en cours d'année.

##### ***3.1.1.2 Le trafic ferroviaire de voyageurs sur le réseau principal de la SNCF (en millions de voyageurs-km, source SNCF)***

Le trafic de voyageurs sur le réseau principal *VKRP* (ensemble du trafic hors banlieue parisienne) est estimé à partir des recettes tarifaires. On dispose par ailleurs de la décomposition de cet indicateur entre trafic sur le réseau TGV, dont TGV Sud-Est, Atlantique, Nord, Thalys et Eurostar distinctement, et trafic autre.

#### **3.1.2 Les données de croissance économique**

##### ***3.1.2.1 Les dépenses de consommation des ménages (volume au prix de 1995, source comptes nationaux trimestriels INSEE)***

La série de dépenses de consommation des ménages *DCM* a directement été saisie en rythme trimestriel à partir des comptes nationaux trimestriels.

##### ***3.1.2.2 Le produit intérieur brut (en volume aux prix de 1995, source Comptes nationaux trimestriels INSEE)***

<sup>4</sup> Si on les compare aux séries d'agrégats macro-économiques utilisés précédemment (cf. rapport de convention précédent), qui résultaient d'une agrégation de données mensuelles, disponibles ou estimées par modélisation, on observe sur longue période des différences sensibles sur les chroniques trimestrielles. Les modifications portent essentiellement sur la saisonnalité, mais dans l'ensemble, les nouvelles séries ont gardé les mêmes tendances.

Le produit intérieur brut est plus représentatif de l'effet de la croissance économique sur la circulation des véhicules, constituée à 20% de poids lourds.

Une série trimestrielle *PIB* est, de la même manière, directement issue des comptes nationaux trimestriels.

### 3.1.3 Les variables descriptives de la consistance du réseau

#### *3.1.3.1 La longueur du réseau routier national (routes nationales, autoroutes concédées et non concédées, en km, sources SNRD )*

Les longueurs du réseau routier national fournies par le SETRA sont les consistances des réseaux au premier janvier de l'année. Nous utilisons principalement la longueur du réseau autoroutier concédé *LGAC01*.

#### *3.1.3.2 Les trains-kilomètres sur l'ensemble du réseau principal (en milliers de trains-km, source SNCF)*

Comme pour les trafics, on distingue dans l'ensemble des trains-kilomètres *TRKM* les trains-km TGV *TRKMTGV*, dont TGV Sud-Est *TRKMTGVS*, Atlantique *TRKMTGVA*, et Nord *TRKMTGVN*, Eurostar et Thalys distinctement.

#### *3.1.3.3 La vitesse moyenne des trains sur le réseau principal (en km, estimation INRETS)*

La vitesse moyenne des trains sur le réseau principal *VITRP* est fournie par la SNCF sur une base annuelle. Cet indicateur devrait représenter l'effet de l'offre ferroviaire de manière plus exhaustive et plus continue que l'indicateur des trains-km TGV, mais il n'est pas fourni par la SNCF sur une base infra-annuelle.<sup>5</sup>

### 3.1.4 Les données de prix

Nota: Toutes les variables de prix ont été déflatées par le prix moyen à la consommation des ménages. Le péage autoroutier et la recette unitaire ferroviaire sont mesurés en centimes 1980, alors que le prix des carburants voiture a été calculé en francs constants 1980, et ramené en indice, base 100 en 1980.

#### *3.1.4.1 Le prix des carburants voiture, pondéré par les consommations respectives en essence, super et gazole, en francs constants 1980, indice base 100 en 1980, source INRETS.*

L'indicateur de prix des carburants *ICARB* est un prix moyen au litre des carburants consommé par les voitures, pondéré par leurs consommations en super et en gazole, ce qui permet de prendre en compte la diésélisation du parc.

---

<sup>5</sup> La vitesse a été estimée en rythme mensuel au prorata de la part mensuelle des trains-kilomètres TGV dans le total des trains-kilomètres, comme le fait la SNCF pour son estimation sur données annuelles, mais cette estimation donne un poids trop important aux TER ; nous avons également estimé une vitesse pondérée par les trafics de chaque réseau *VITRP2*. Dans tous les cas, la tentative de modélisation de l'effet d'offre avec une variable de vitesse mensualisée, puis trimestrialisée n'a pas donné de résultat satisfaisant.

### 3.1.4.2 *Le péage autoroutier (en centimes constants 1980 au véhicule-km, estimation INRETS/SES, source FFSA)*

L'indicateur de péage autoroutier retenu *IPEAGETL* est le rapport des recettes tarifaires mensuelles au trafic mensuel correspondant. On dispose d'un indicateur pour l'ensemble des véhicules, constitué à partir de l'information fournie par les sociétés sur une base mensuelle.

### 3.1.4.3 *La recette unitaire sur le réseau principal de la SNCF (en centimes constants de 1980 au voyageur-km, source SNCF)*

L'indicateur de recette unitaire *IPMFER* est le rapport des recettes tarifaires mensuelles du réseau principal, hors TVA et y compris recettes diverses, au trafic mensuel de voyageurs correspondant.

## **3.2 La base de données marchandises**

### 3.2.1 Les données de trafics

#### *3.2.1.1 Le transport routier de marchandises (en millions de tonnes-km, source TRM/SES)*

Les deux indicateurs retenus sont le trafic national d'une part, et l'ensemble du trafic d'autre part (trafic national, importations et exportations, transit exclu), tels que définis dans les bulletins de conjoncture du SES. Les séries du transport routier de marchandises ont subi deux modifications sur la période de calage, à la suite de changements intervenus dans les modalités d'exploitation de l'enquête TRM. Les deux indicateurs retenus ici ont été redressés de l'impact de ces changements.

#### *3.2.1.2 Le trafic ferroviaire de marchandises (en millions de tonnes-km, source SNCF)*

Là aussi, on retient d'une part le trafic national, et d'autre part l'ensemble du trafic transporté par wagons – non compris les transports routiers, c'est-à-dire l'affrètement routier et le SERNAM - (trafic national, importations, exportations et transit).

### 3.2.2 Les données de croissance économique

#### *3.2.2.1 La production industrielle (indices trimestriels, base 100 en 1995, source comptes nationaux trimestriels INSEE)*

Les variables de production industrielle sont d'une part l'ensemble de l'industrie, BTP exclu, *ip9* (à l'intérieur de laquelle on distingue les industries agro-alimentaires *ip1*, les biens intermédiaires *ip3*, et le solde *ip931*), et d'autre part le BTP *ip7*.

Les séries trimestrielles sont ici directement issues des comptes nationaux trimestriels.

### 3.2.3 Les données de prix

Nota: Toutes les variables de prix ont été déflatées par le prix moyen à la consommation des ménages.

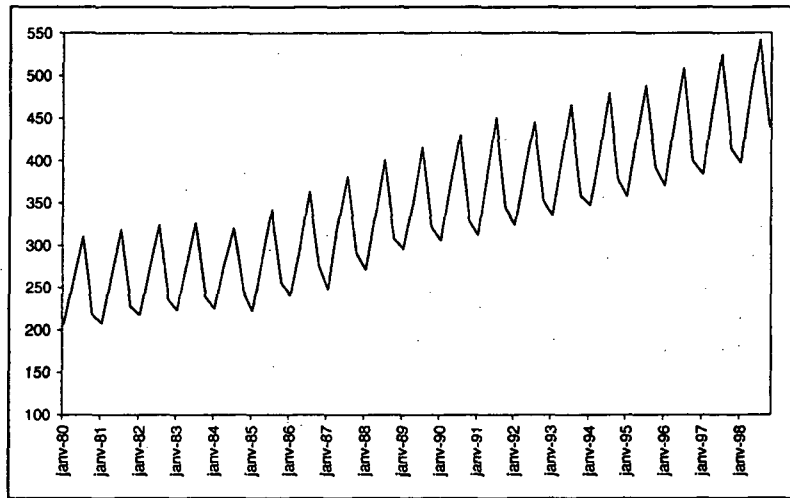


*3.2.3.1 Le prix du TRM (en francs constants 1980, source DTT/SES)*

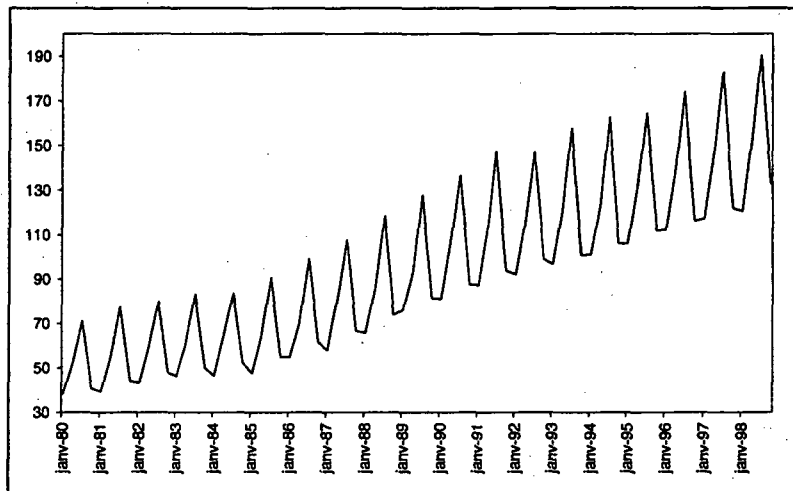
L'indicateur de prix routier *IPROUT* est le prix du transport routier en intérieur et en zone longue, issu de la tarification routière obligatoire avant 1985 puis de l'enquête TRM à compter de 1985. Cet indicateur a été constitué sur une base mensuelle jusqu'en 1995, puis sur une base trimestrielle à compter de 1996.

*3.2.3.2 La recette unitaire wagons (en francs constants 1980, source SNCF)*

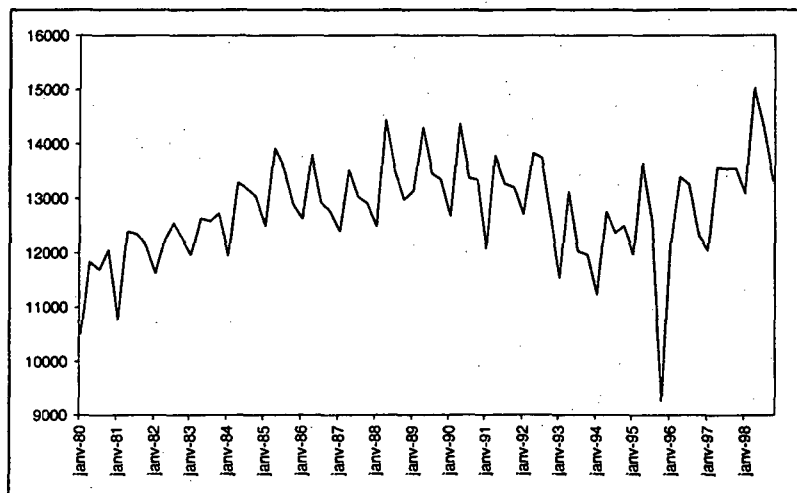
L'indicateur de recette unitaire *IPMFER* est le rapport des recettes tarifaires mensuelles du trafic wagons, hors TVA et y compris recettes diverses, au trafic mensuel correspondant.



**Figure 1: Parcours sur le réseau routier national, en centaines de millions de véhicules-km, source SNRD.**



**Figure 2: Parcours sur autoroutes concédées, en centaines de millions de véhicules-km, source SNRD.**



**Figure 3: Trafic de voyageurs sur le réseau principal SNCF, en millions de voyageurs-km, source SNCF.**

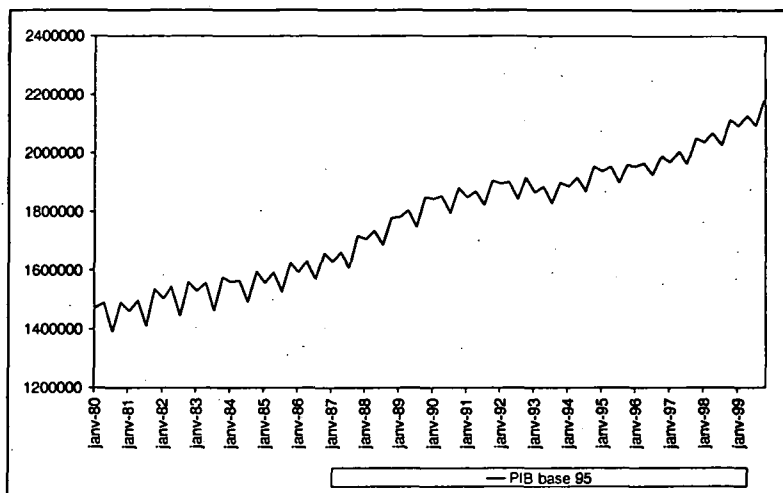


Figure 4: Produit intérieur brut, en volume aux prix de 1995, source INSEE.

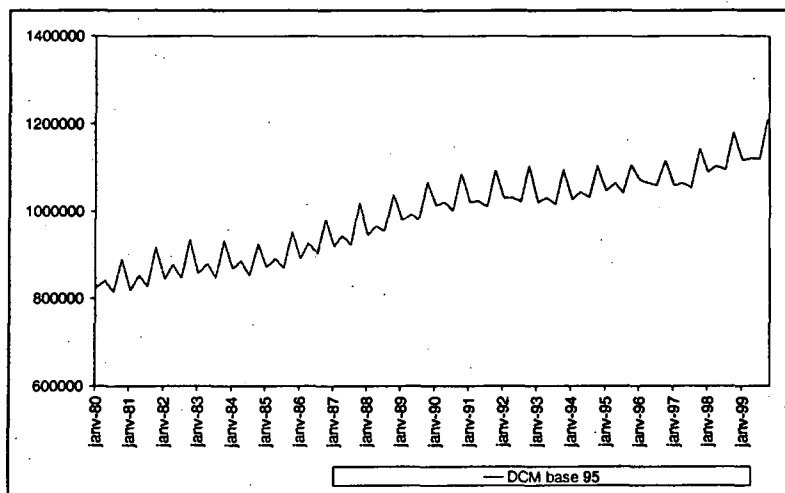


Figure 5: Dépenses de consommation des ménages, en volume aux prix de 1995, source INSEE.

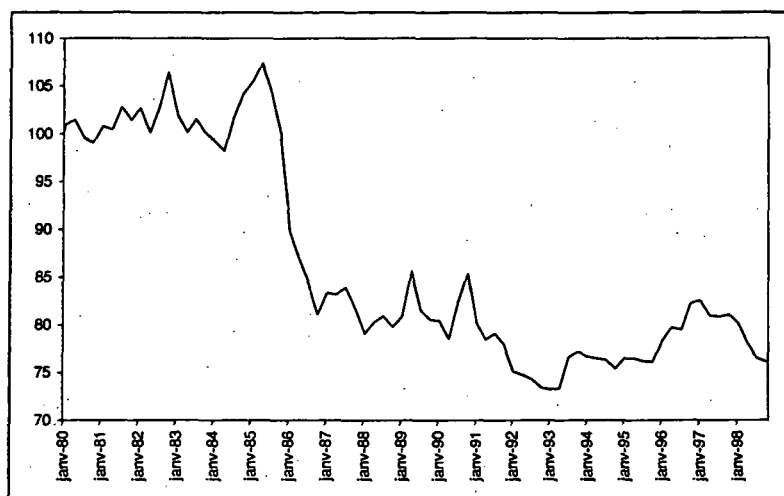


Figure 6: Prix des carburants voiture, francs constants 1980, indice en base 100 en 1980, estimation INRETS.

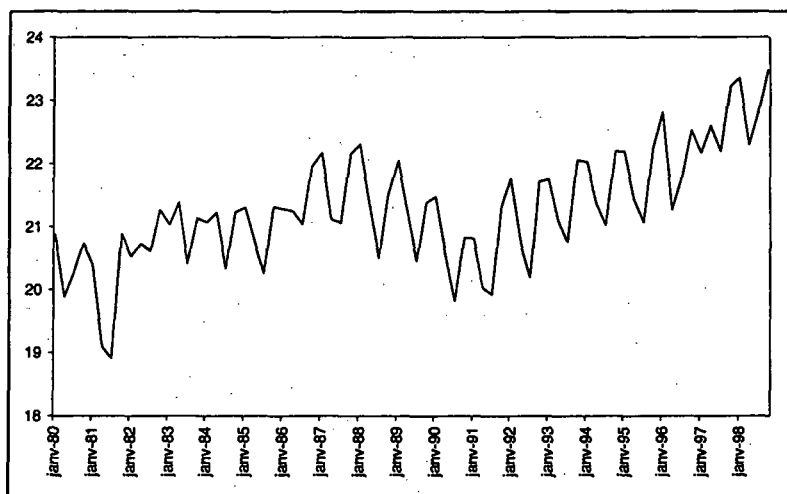


Figure 7: Recette tarifaire unitaire pour l'ensemble des sociétés d'autoroutes, en centimes constants 1980 au véhicule-km, source FFSA.

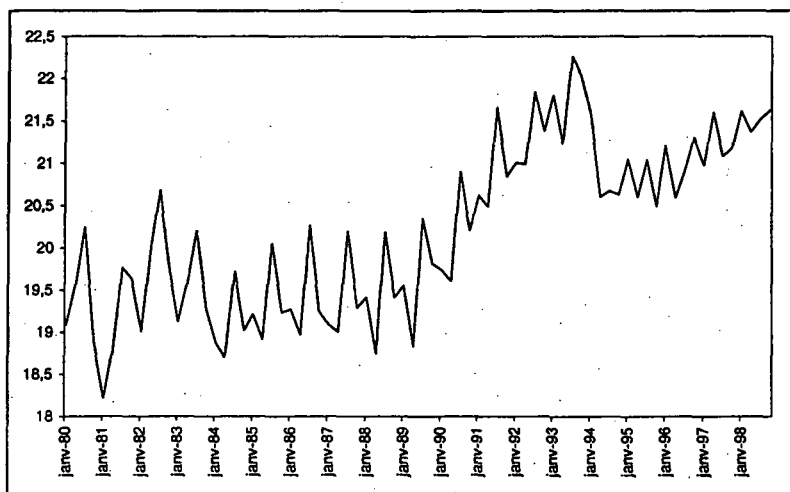


Figure 8: Recette unitaire sur le réseau principal de la SNCF, en centimes constants 1980 au voyageur-km, source SNCF.

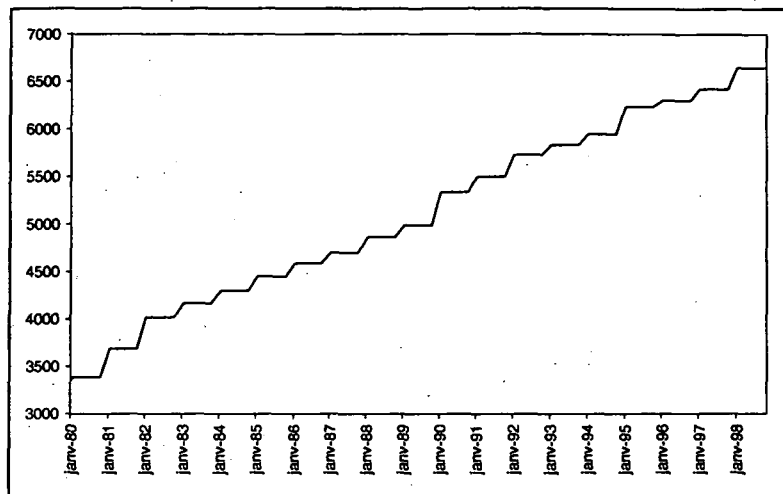


Figure 9: Longueur du réseau autoroutier concédé, en km, source SNRD.

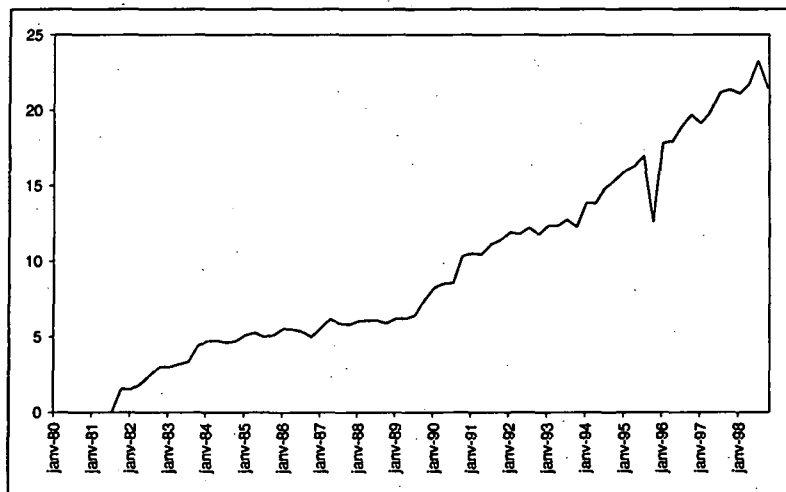


Figure 10: Trains-kilomètres TGV, en milliers de trains-km, source SNCF.

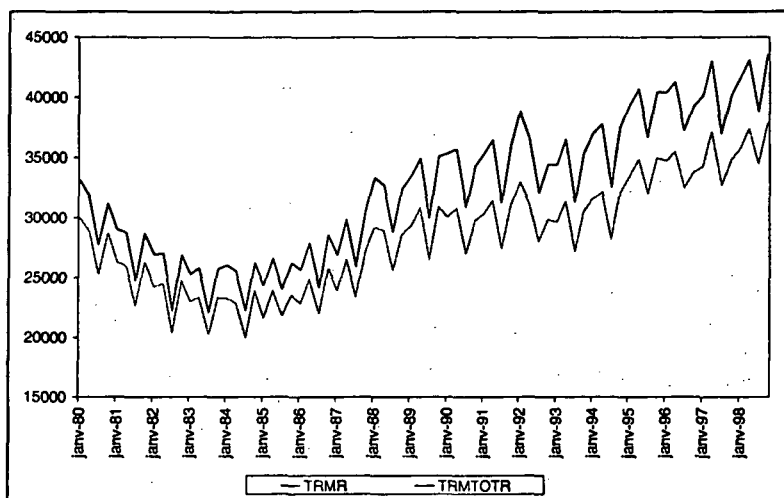


Figure 11: Transport routier de marchandises, intérieur et total, en millions de tonnes-km, source SES, enquête TRM.

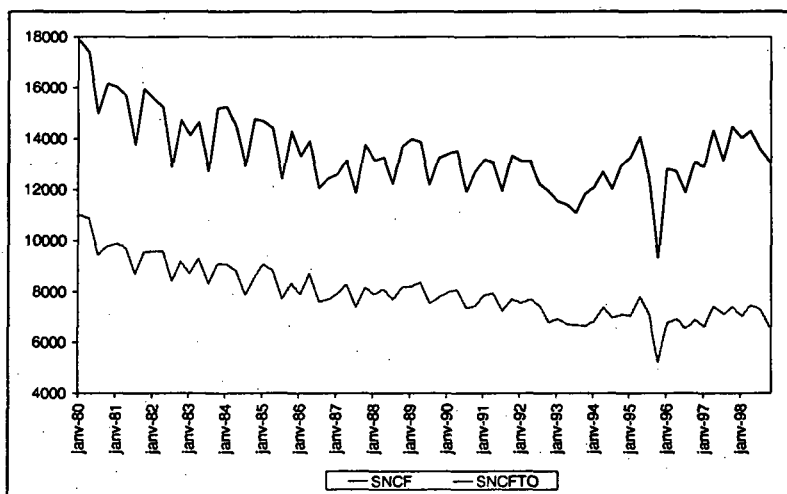


Figure 12: Trafic ferroviaire de marchandises transporté par wagons, intérieur et total, en millions de tonnes-km, source SNCF.

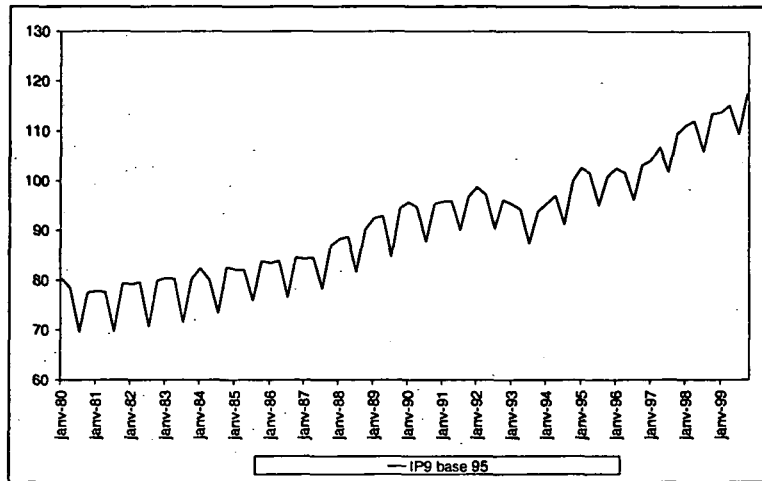


Figure 13: Indice de production industrielle hors BTP, base 100 en 1995, source INSEE.

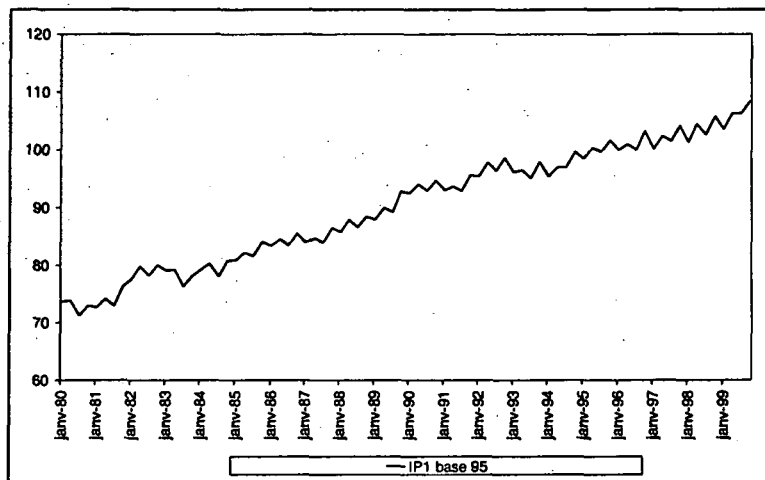


Figure 14: Indice de production des IAA, base 100 en 1995, source INSEE.

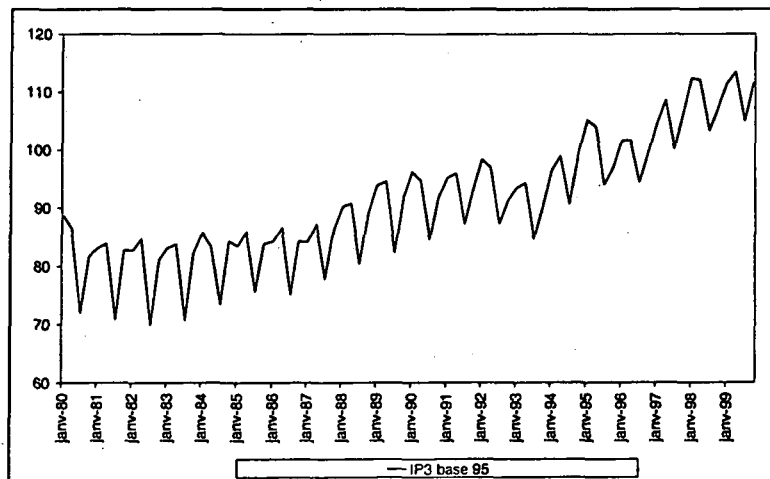


Figure 15: Indice de production des biens intermédiaires, base 100 en 1995, source INSEE.

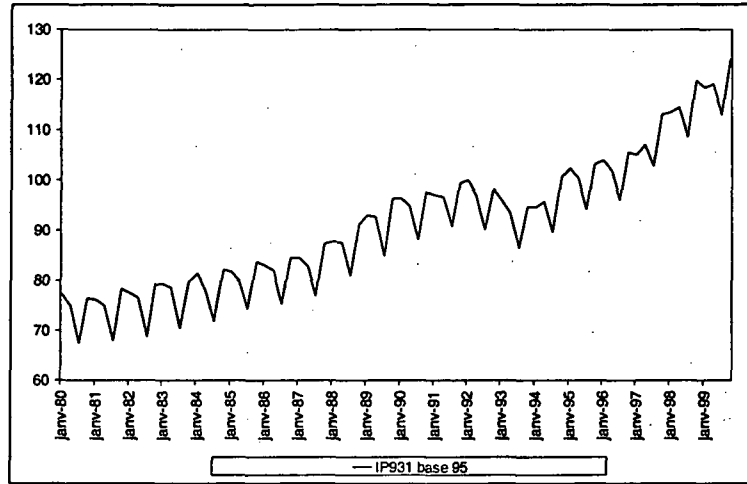


Figure 16: Indice de production de l'industrie, hors BTP, IAA et biens intermédiaires, base 100 en 1995, source INSEE.

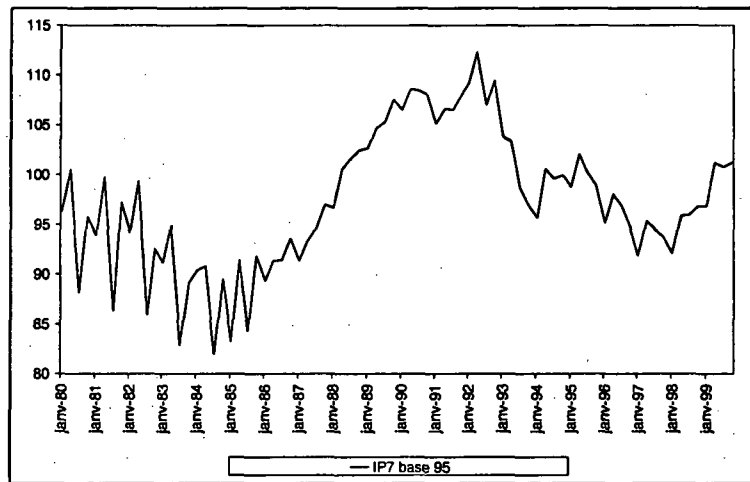


Figure 17: Indice de production du BTP, base 100 en 1995, source INSEE.



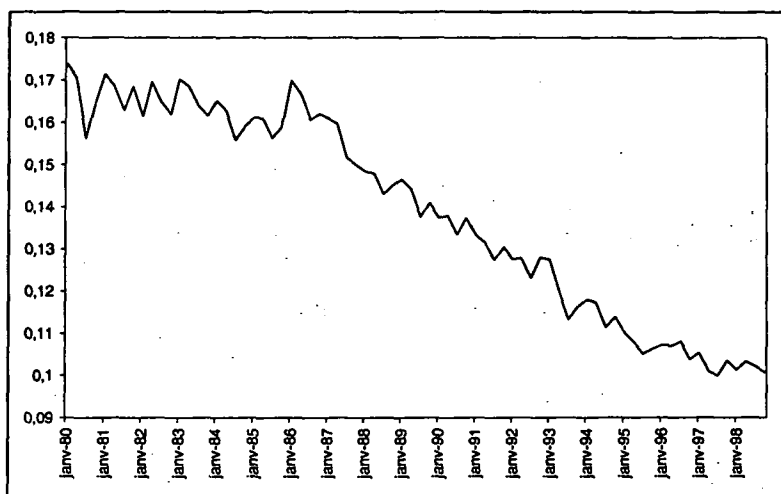


Figure 18: Recette unitaire du trafic de marchandises transportées par wagons, prix à la tonne-kilomètre, en francs constants 1980, source SNCF.

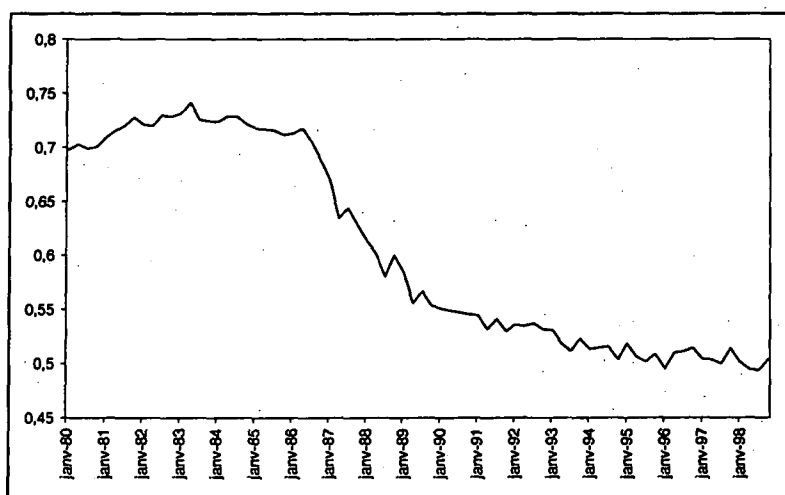


Figure 19: Prix du transport routier de marchandises, prix à la tonne-kilomètre, en francs constants 1980, en zone longue et en intérieur, enquête TRM, source SES.

Tableau 1: Modèles voyageurs

Endogène	R <sup>2</sup>	Elasticités				
		PIB	ICARB	PEAGETL	DCM	IPMFER
<b>Modèles trimestriels sous SAS (maximum de vraisemblance)</b>						
PAAC	45,30%	1,17	-0,24	-0,53		
PAER	41,30%	0,79	-0,13	-0,13		
VKRP (*)	50,70%		0,16		1,05	-0,47
<b>Modèles semestriels sous SAS (maximum de vraisemblance)</b>						
PAAC	69,40%	1,02	-0,24	-0,47		
PAER	61,20%	0,46	-0,08	-0,23		
VKRP (*)	59,50%		0,18		1,3	-0,78
<b>Modèles trimestriels sous E-views (moindres carrés)</b>						
PAAC	46,20%	1,20	-0,24	-0,52		
PAER	40,70%	0,77	-0,13	-0,14		
VKRP (*)	55,80%		0,16		0,56	-0,18
<b>Modèles semestriels sous E-views (moindres carrés)</b>						
PAAC	69,70%	1,05	-0,25	-0,45		
PAER	61,10%	0,45	-0,08	-0,26		
VKRP (*)	59,90%		0,19		1,18	-0,83

Seuil de significativité pour tous les paramètres: t-ratio supérieur à 1 en valeur absolue

(\*)La série du trafic ferroviaire de voyageurs est corrigée de la grève de novembre-décembre 1995

Avec : PAAC et PAER les parcours effectués par l'ensemble des véhicules sur les autoroutes concédées et sur l'ensemble du réseau routier national, et VKRP le trafic de voyageurs sur le réseau principal de la SNCF,

PIB le produit intérieur brut et DCM la dépense de consommation des ménages,

ICARB le prix des carburants voiture, IPEAGETL le tarif de péage autoroutier pour l'ensemble des véhicules et IPMFER la recette unitaire sur le réseau principal de la SNCF.

Tableau 2: Modèles marchandises

Endogène	R <sup>2</sup>	Elasticités				
		IP3	IP7	IP9	IPRMTK	IPROUT
<b>Modèles trimestriels sous SAS (maximum de vraisemblance)</b>						
TRMTOTR	74,5%			1,44		-0,50
TRMR	73,5%			1,46		-0,49
SNCTOT (**)	82,6%	1,56			-0,50	0,43
SNCF (**)	66,2%	0,92			-0,20	
<b>Modèles semestriels sous SAS (maximum de vraisemblance)</b>						
TRMTOTR	73,2%		0,44	0,6		-0,61
TRMR	71,5%		0,41	0,56		-0,52
SNCTOT (**)	90,5%	1,65			-0,47	0,42
SNCF (**)	73,4%	0,9			-0,21	
<b>Modèles trimestriels sous E-views (moindres carrés)</b>						
TRMTOTR	77,2%			1,17		-0,41
TRMR	75,4%			1,20		-0,30
SNCTOT (**)	84,0%	1,53			-0,48	0,44
SNCF (**)	68,0%	0,93			-0,20	
<b>Modèles semestriels sous E-views (moindres carrés)</b>						
TRMTOTR	78,3%		0,39	0,45		-0,37
TRMR	77,0%		0,37	0,42		-0,27
SNCTOT (**)	95,9%	1,62			-0,52	0,40
SNCF (**)	75,2%	0,88			-0,21	

*Seuil de significativité pour tous les paramètres: t-ratio supérieur à 1 en valeur absolue*

(\*\*) Les séries de fret ferroviaire sont corrigées de la grève de novembre-décembre 1995

Avec : TRMTOTR et TRMR le transport routier de marchandises, total et national, SNCTOT et SNCF le fret ferroviaire wagons, total et national, IP7 la production du BTP, IP9 la production industrielle hors BTP et IP3 la production des biens intermédiaires, IPRMTK la recette unitaire wagons et IPROUT le prix routier en intérieur et en zone longue.

## **4 Modèles trimestriels sous SAS**

Les modèles trimestriels ont été lancés avec une dynamique adaptée au format trimestriel, et un filtre  $(I - B^4)$ .

### **4.1 Les modèles de trafics de voyageurs**

#### **4.1.1 Trafic routier**

On retient de préférence le pib, plus représentatif de la variance des trafics de poids-lourds, à la consommation des ménages pour représenter l'effet de croissance économique sur la circulation routière.

La longueur du réseau autoroutier concédé, qui a été retenue pour modéliser l'effet de l'offre sur les deux indicateurs de trafic - la longueur du réseau non concédé varie moins, et celle des routes nationales est constante - n'est significative dans aucun modèle.

L'élasticité du trafic autoroutier au pib est forte, avoisinant 1,2, alors que les élasticités au prix des carburants et au péage vont du simple au double (-0,24 et -0,53 respectivement).

Sur l'ensemble du réseau, l'élasticité au pib est sensiblement moins forte, avoisinant 0,8, et les élasticités au prix des carburants et au péage autoroutier sont égales (-0,13).

#### **4.1.2 Trafic ferroviaire**

On retient la dépense de consommation des ménages comme variable représentative de la demande, la recette unitaire ferroviaire et le prix des carburants comme indicateurs de prix.

Il n'a pas été possible de mettre en évidence un effet significatif de l'offre ferroviaire avec les données mensuelles disponibles<sup>6</sup>.

Les élasticités à la dépense de consommation des ménages et à la recette unitaire ferroviaire avoisinent 1 et -0,5, et l'élasticité au prix des carburants ressort à 0,16.

## **4.2 Les modèles de trafics de marchandises**

### **4.2.1 Trafic routier**

Les variables retenues pour modéliser le transport routier de marchandises sont deux variables complémentaires de production industrielle : le BTP *ip7* et l'industrie hors BTP *ip9*, et deux

---

<sup>6</sup> L'élasticité du trafic ferroviaire aux trains-km du réseau TGV Sud-Est serait de 0,07 en 1992 (estimation sur la période 1980-1992, Bergel, Nespoux, Modélisation bimodale des trafics terrestres de voyageurs et de marchandises, 1997)

variables de prix : *iprou* et *ipmtk* le prix routier en intérieur et en zone longue et la recette unitaire ferroviaire<sup>7</sup>.

Partage des effets : contrairement aux résultats obtenus avec d'autres modèles, la série de production du BTP *ip7* n'est plus significative, que ce soit pour l'intérieur ou le total.

De ce fait, l'effet de production est pris en charge par la production de l'industrie hors BTP *ip9* ; l'élasticité à cette variable est, pour le trafic national et pour le trafic total, de l'ordre de 1,4 à 1,5.

Des deux variables de prix, seul le prix routier est significatif, ce qui est communément admis, et l'élasticité du trafic au prix routier est de l'ordre de -0,5.

#### 4.2.2 Trafic ferroviaire

Les variables retenues pour modéliser le fret ferroviaire sont deux variables de production industrielle sectorielle : *ip3*, et *ip931*, représentant respectivement les biens intermédiaires et l'industrie hors IAA et biens intermédiaires, ainsi que les deux variables de prix : *iprou* et *ipmtk* le prix routier et la recette unitaire ferroviaire<sup>8</sup>.

Partage des effets : notons tout d'abord que les parties auto-régressives de la dynamique du trafic, tant pour le trafic national que pour le trafic total, sont non significatives.

Des deux variables de production industrielle, seule la production des biens intermédiaires *ip3* est significative, et l'élasticité du trafic à cette variable est sensiblement plus importante en total qu'en national (soit 1,6 et 0,9 respectivement).

Les élasticités du trafic total aux deux variables de prix sont voisines (-0,5 à la recette unitaire ferroviaire et 0,4 au prix routier) alors que pour le trafic national, seule la recette unitaire ferroviaire est significative (l'élasticité du trafic national à cette variable étant de -0,2).<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Rappelons que deux variables d'échanges extérieurs : les importations et les exportations totales, avaient été introduites dans les modèles précédents explicatifs du trafic routier total (constitué à hauteur de 10% de trafic international, transit exclu). Nous ne retenons pas ici les importations totales, qui étaient apparues significatives pour modéliser le fret routier total, en raison de la corrélation négative de cette variable avec les variables de production industrielle, qui se traduisait par une élasticité négative du trafic total aux importations, de l'ordre de -0,16 (cf. rapport de convention précédent).

<sup>8</sup> Là aussi, les importations et les exportations totales avaient été utilisées dans les modèles précédents pour modéliser le trafic ferroviaire total (qui comporte à plus de 50% du trafic international, à savoir le transit, l'import et l'export). Les variables d'importations et d'exportations étaient apparues significatives, avec un effet légèrement plus important pour les exportations, qui se traduisait par une élasticité de 0,2 du trafic à cette variable. 0,2. Là encore, l'effet global des importations sur l'ensemble du trafic était négatif, en raison de la corrélation négative entre les variables de production et d'importation.

<sup>9</sup> Rappelons que la variable de prix routier était significative du trafic de fret ferroviaire national dans les modèles précédents (pour lesquels les élasticités du trafic au prix routier et à la recette ferroviaire étaient respectivement de 0,3 et -0,3).

## **5 Modèles semestriels sous SAS**

Les modèles semestriels ont été lancés avec une dynamique adaptée au format semestriel, et un filtre  $(I - B^2)$ .

### **5.1 Les modèles de trafics de voyageurs**

#### **5.1.1 Trafic routier**

La variable d'offre autoroutière reste non significative en rythme semestriel.

L'élasticité du trafic autoroutier au PIB est voisine de 1, alors que les élasticités au prix des carburants et au péage varient peu (-0,24 et -0,47 respectivement) comparativement à ce que l'on obtient avec les modèles trimestriels.

Sur l'ensemble du réseau, l'élasticité du trafic au PIB est réduite, avoisinant 0,5, et les élasticités aux deux indicateurs de prix sont de l'ordre de -0,1 et -0,2 ; seule l'élasticité au péage autoroutier augmente, comparativement aux résultats obtenus en rythme trimestriel.

#### **5.1.2 Trafic ferroviaire**

Les élasticités à la dépense en consommation des ménages et à la recette unitaire ferroviaire sont sensiblement plus élevées qu'avec les modèles trimestriels, elles se situent à 1,3 et -0,8. L'élasticité au prix des carburants, qui ressort à 0,18, est restée quasiment égale à la valeur obtenue avec les modèles trimestriels.

### **5.2 Les modèles de trafics de marchandises**

#### **5.2.1 Trafic routier**

*En rythme semestriel, la variable de production du BTP est significative. L'effet de la production industrielle se répartit entre la production du BTP et la production de l'industrie hors BTP.*

Les élasticités du trafic sont de l'ordre de 0,4 et 0,6 respectivement à ces deux variables, pour le trafic national et pour le total.

L'élasticité au prix routier est très voisine de celle qui ressort des modèles trimestriels : -0,5 pour le trafic national, et -0,6 pour le trafic total.

#### **5.2.2 Trafic ferroviaire**

Comme pour les modèles trimestriels, les parties auto-régressives de la dynamique sont non significatives, et cela vaut pour les deux indicateurs de trafic.

Les résultats sont très voisins de ceux que l'on obtient en rythme trimestriel : un effet de production qui est limité à la production des biens intermédiaires, avec une élasticité du trafic à cette variable sensiblement plus importante en total qu'en domestique (soit toujours de l'ordre de 1,6 et 0,9 respectivement).

Ici encore, les élasticités du trafic total aux deux variables de prix sont voisines (de l'ordre de -0,5 à la recette unitaire ferroviaire et de 0,4 au prix routier), et pour le trafic national le même

constat vaut que celui fait pour le modèle trimestriel : seule la recette unitaire ferroviaire est significative (l'élasticité du trafic à cette variable s'établit encore à -0,2).

## **6 Réestimation des modèles trimestriels et semestriels sous Eviews**

Les modèles trimestriels et semestriels, d'abord estimés avec SAS ont été réestimés avec le logiciel d'économétrie Eviews, avec la même base de données.

Les divergences de résultats avec les modèles estimés sous SAS sont à attribuer à la méthode d'estimation des paramètres, qui est réalisée par les moindres carrés sous E-views, alors qu'elle est réalisée par le maximum de vraisemblance sous SAS (procédure ARIMA de SAS). *Les résultats sont globalement voisins*, chaque paramètre pouvant diverger légèrement pour un même modèle.

On notera par exemple un partage légèrement différent des effets, entre celui de la production industrielle et celui du prix routier, dans les modèles expliquant le trafic routier, intérieur et total, de marchandises. On remarquera aussi, et de manière plus marquée, une séparation différente des effets de consommation et de prix, en rythme trimestriel pour le trafic ferroviaire de voyageurs.

Les modèles finaux, estimés sur 1980-1999, sont détaillés ci-après. Ils ont aussi, comme cela a été le cas pour les modèles estimés sous SAS, été retenus avec pour critère une T-statistique supérieure à 1 en valeur absolue pour chaque paramètre, ce qui représente un risque d'erreur de l'ordre de 30%.

*Modèles trimestriels de trafics de voyageurs*

DLPAACN = 0.036001496 + 0.35847073\*DLPIB + 0.913954\*DLPIB(-1) - 0.23926241\*DLICARB + 0.0057408207\*DLLGAC01 - 0.31542204\*DLPEAGETL - 0.1914324\*DLPEAGETL(-1) + [AR(1)=0.21834862,MA(4)=-0.48812355,BACKCAST=1981:3]

DLPAERN = 0.019819587 + 0.49832027\*DLPIB + 0.2760968\*DLPIB(-1) - 0.12758755\*DLICARB - 0.1364125\*DLPEAGETL + [AR(1)=0.39496595,MA(4)=-0.34275986,BACKCAST=1981:2]

DLVKRPCO = 0.55832103\*DLDCM - 0.60534936\*DLIPMFER + 0.427406\*DLIPMFER(-1) + 0.16445525\*DLICARB + [AR(1)=0.44990067,AR(2)=0.35231846,MA(4)=-0.92183175,BACKCAST=1980:4]

*Modèles semestriels de trafics de voyageurs*

DLPAACN = 0.038466258 + 1.0505936\*DLPIB - 0.11898184\*DLICARB - 0.12995268\*DLICARB(-1) - 0.44526907\*DLPEAGETL(-1) + [AR(1)=0.42064577,MA(2)=-0.26713053,BACKCAST=1982:1]

DLPAERN = 0.028316166 + 0.44994241\*DLPIB - 0.081444757\*DLICARB - 0.26067398\*DLPEAGETL(-1) + [AR(1)=0.58296891]

DLVKRPCO = 1.1821196\*DLDCM - 0.43749119\*DLIPMFER - 0.39635848\*DLIPMFER(-1) + 0.16354939\*DLICARB + [AR(1)=0.6806099,MA(2)=-0.37408625,BACKCAST=1981:1]

*Modèles trimestriels de trafics de marchandises*

DLTRMTOTR = 1.1688626\*DLIP9 - 0.40974283\*DLIPROUT3 + [AR(1)=0.5806199,AR(2)=0.13629849,MA(4)=-0.93290701,BACKCAST=1981:3]

DLTRMR = 1.1977467\*DLIP9 - 0.30128491\*DLIPROUT3 + [AR(1)=0.56402171,AR(2)=0.19322238,MA(4)=-0.91951517,BACKCAST=1981:3]

DLSNCTOC = -0.039176071 + 1.5285634\*DLIP3 - 0.47593676\*DLIPRMTK + 0.44339614\*DLIPROUT3 + [MA(4)=-0.92311358,BACKCAST=1981:1]

DLSNCFCO = -0.042840099 + 0.9339832\*DLIP3 - 0.19632359\*DLIPRMTK + [MA(4)=-0.90066228,BACKCAST=1981:1]

*Modèles semestriels de trafics de marchandises*

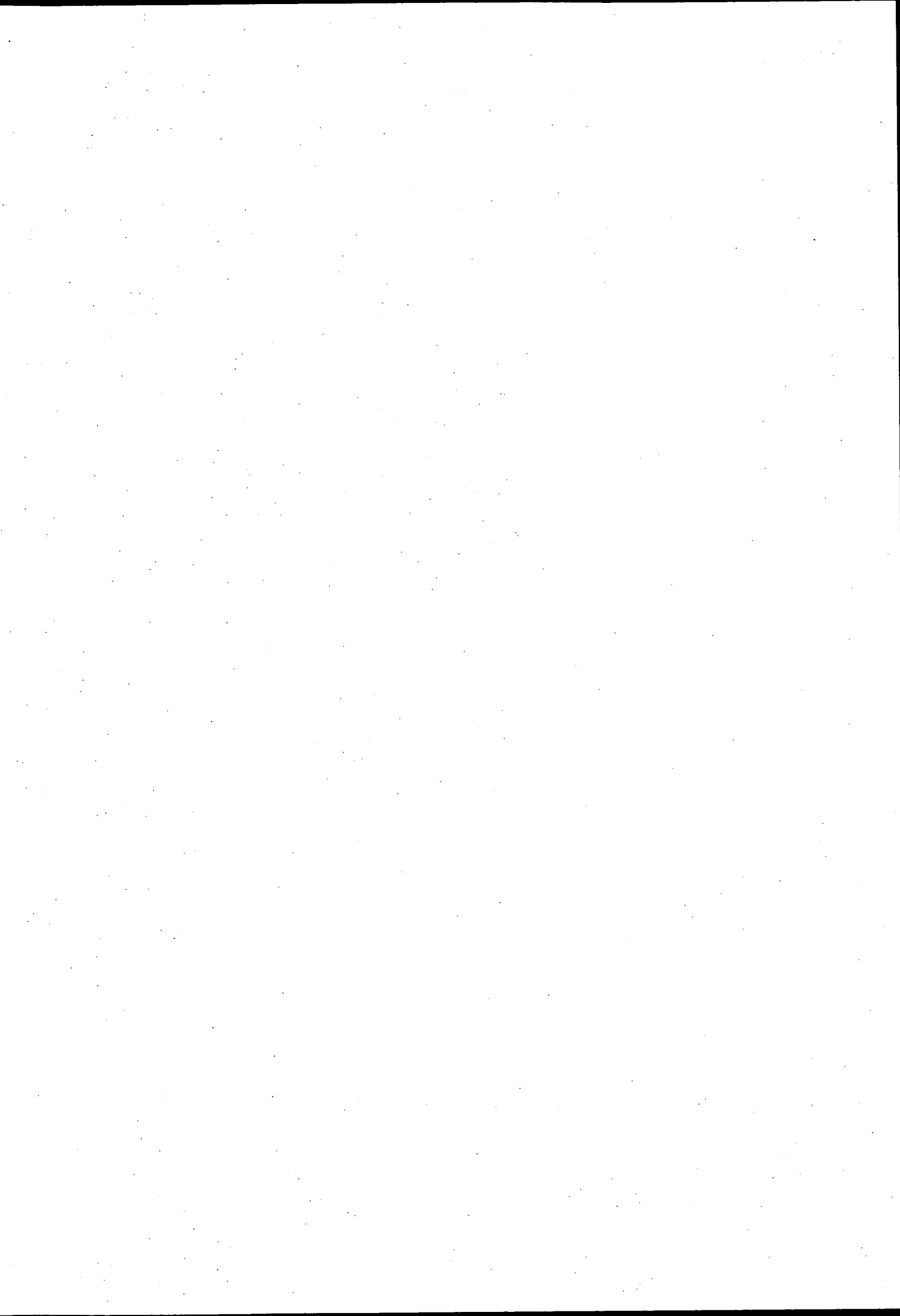
DLTRMTOTR = 0.017119355 + 0.38962157\*DLIP7 + 0.44796633\*DLIP9 - 0.36868253\*DLIPROUT3 + [AR(1)=0.72826281,MA(2)=-0.53868487,BACKCAST=1981:2]

DLTRMR = 0.019275359 + 0.36831231\*DLIP7 + 0.42217532\*DLIP9 - 0.27402277\*DLIPROUT3 + [AR(1)=0.75902219,MA(2)=-0.52732838,BACKCAST=1981:2]

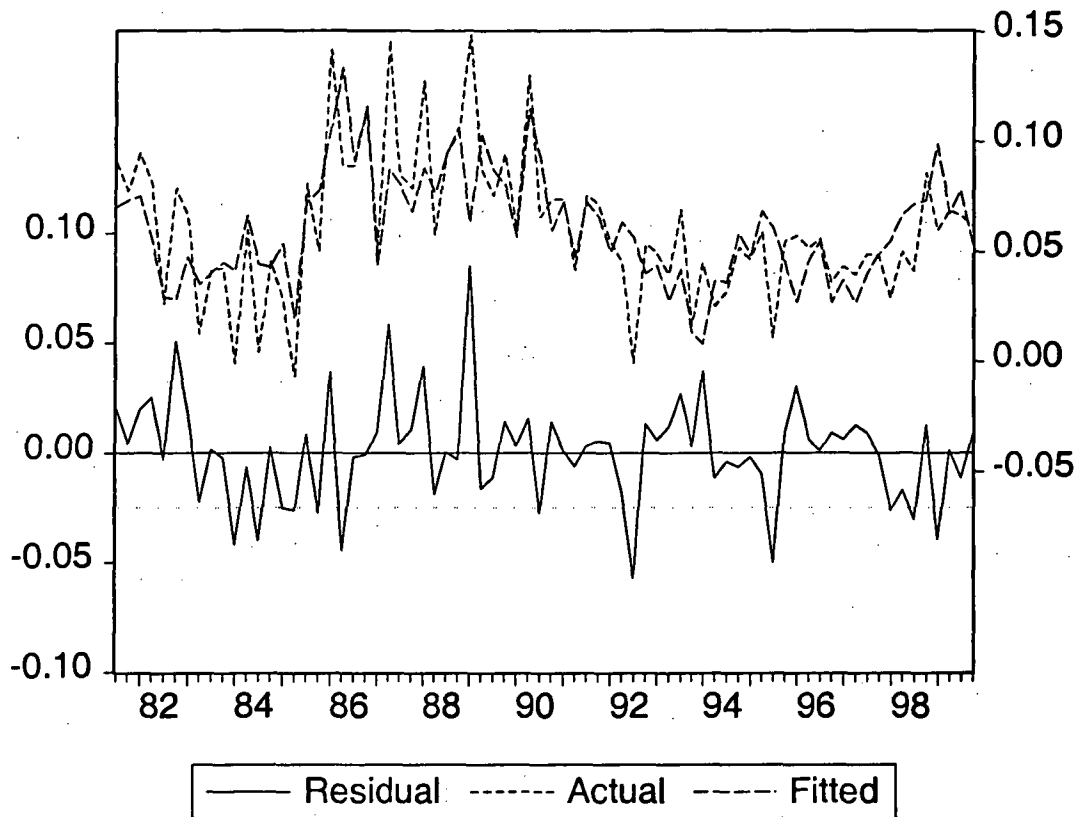
DLSNCTOC = -0.043359921 + 1.6173407\*DLIP3 - 0.51505373\*DLIPRMTK + 0.39789585\*DLIPROUT3 + [MA(2)=-1.645744,BACKCAST=1981:1]

DLSNCFCO = -0.042181707 + 0.88430204\*DLIP3 - 0.20641496\*DLIPRMTK + [MA(2)=-0.91158266,BACKCAST=1981:1]





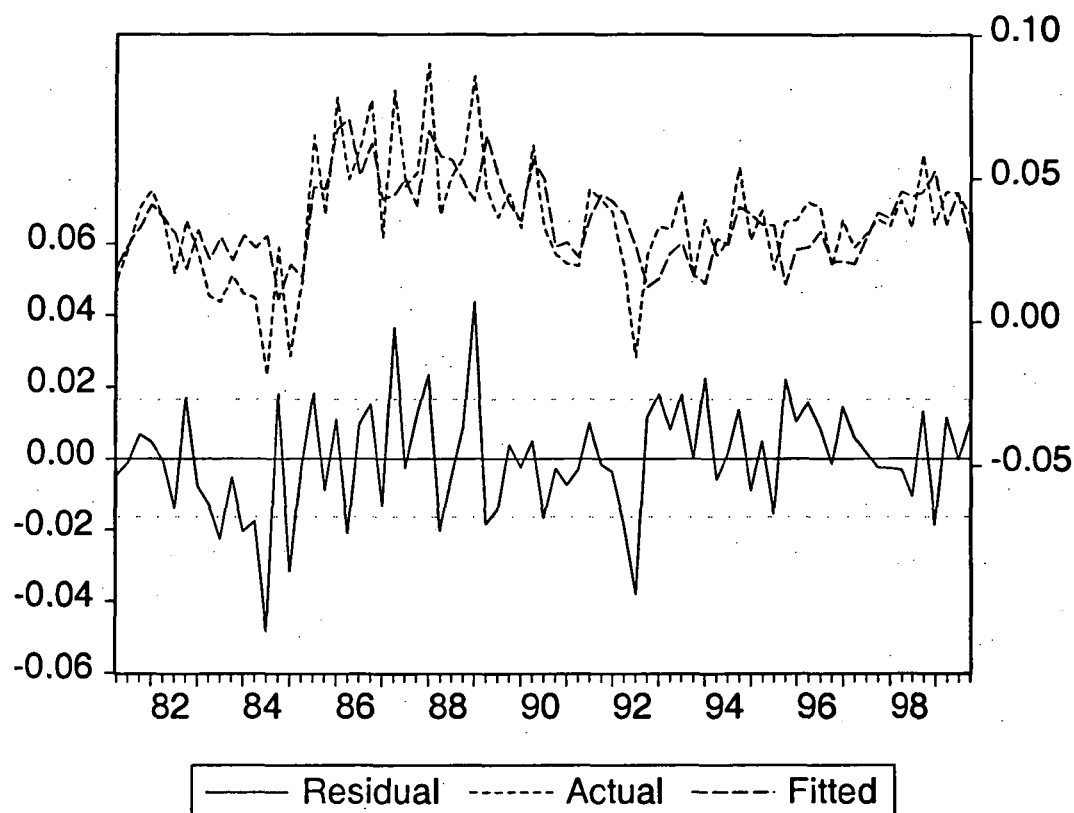
## Circulation sur autoroutes concédées



LS // Dependent Variable is DLPAACN  
 Sample(adjusted): 1981:3 1999:4  
 Included observations: 74 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 8 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.037671	0.005596	6.731683	0.0000
DLPIB(-1)	1.204622	0.250286	4.812990	0.0000
DLICARB	-0.240752	0.059695	-4.033051	0.0001
DLPEAGETL	-0.294734	0.156469	-1.883659	0.0640
DLPEAGETL(-1)	-0.225440	0.144728	-1.557683	0.1240
AR(1)	0.229336	0.121135	1.893216	0.0626
MA(4)	-0.492815	0.112202	-4.392228	0.0000
R-squared	0.462050	Mean dependent var	0.061452	
Adjusted R-squared	0.413875	S.D. dependent var	0.032868	
S.E. of regression	0.025164	Akaike info criterion	-7.274887	
Sum squared resid	0.042425	Schwarz criterion	-7.056935	
Log likelihood	171.1694	F-statistic	9.591131	
Durbin-Watson stat	2.064332	Prob(F-statistic)	0.000000	

## Circulation sur le réseau routier national



LS // Dependent Variable is DLPAERN

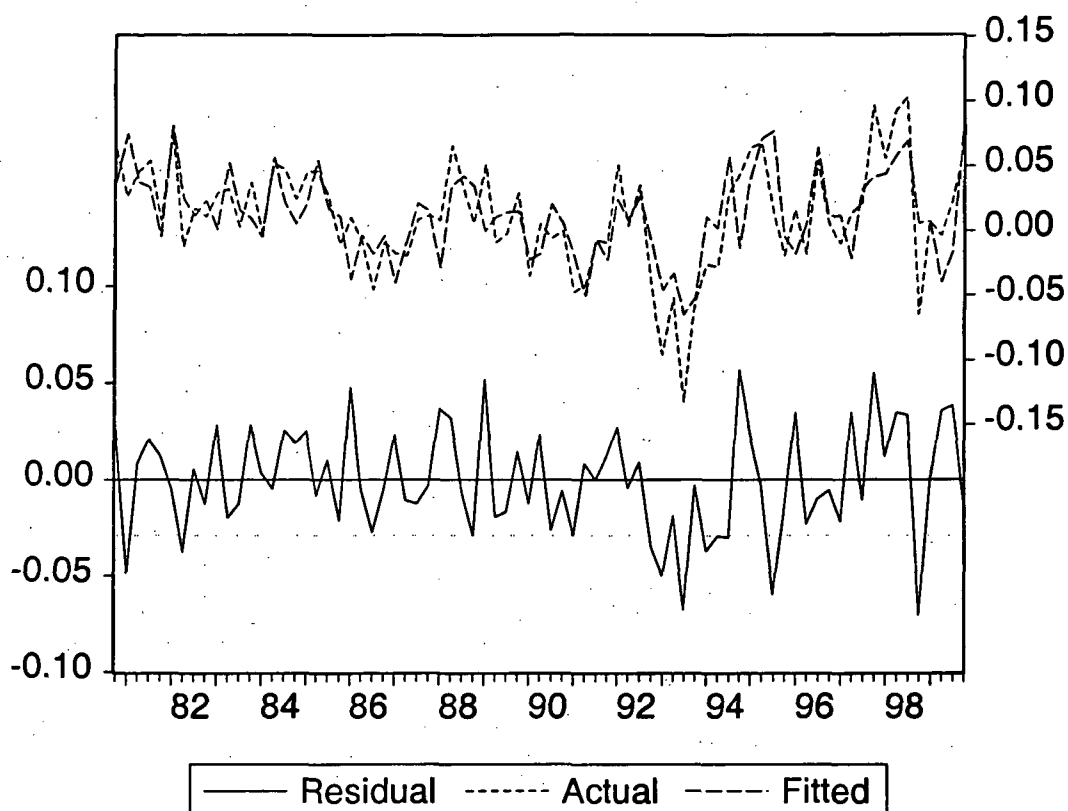
Sample(adjusted): 1981:2 1999:4

Included observations: 75 after adjusting endpoints

Convergence achieved after 10 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.019820	0.004855	4.082204	0.0001
DLPIB	0.498320	0.243072	2.050091	0.0442
DLPIB(-1)	0.276097	0.250015	1.104322	0.2733
DLICARB	-0.127588	0.046123	-2.766257	0.0073
DLPEAGETL	-0.136413	0.097972	-1.392369	0.1683
AR(1)	0.394966	0.118761	3.325735	0.0014
MA(4)	-0.342760	0.123122	-2.783894	0.0069
R-squared	0.407475	Mean dependent var	0.035609	
Adjusted R-squared	0.355194	S.D. dependent var	0.020510	
S.E. of regression	0.016469	Akaike info criterion	-8.123804	
Sum squared resid	0.018445	Schwarz criterion	-7.907505	
Log likelihood	205.2223	F-statistic	7.793864	
Durbin-Watson stat	2.162237	Prob(F-statistic)	0.000002	

## Trafic ferroviaire de voyageurs



LS // Dependent Variable is DLVKRPCO

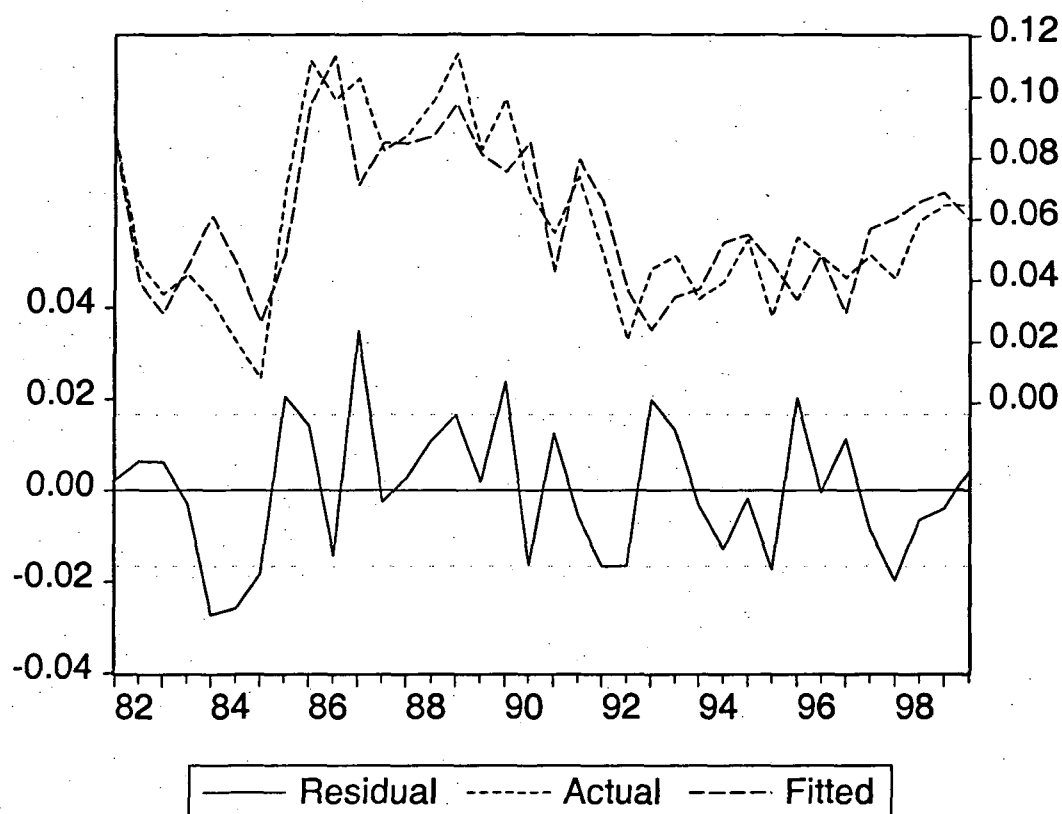
Sample(adjusted): 1980:4 1999:4

Included observations: 77 after adjusting endpoints

Convergence achieved after 35 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLDCM	0.558321	0.222680	2.507284	0.0145
DLIPMFER	-0.605349	0.153244	-3.950239	0.0002
DLIPMFER(-1)	0.427406	0.146573	2.916000	0.0048
DLICARB	0.164455	0.103990	1.581454	0.1183
AR(1)	0.449901	0.116017	3.877872	0.0002
AR(2)	0.352318	0.119619	2.945343	0.0044
MA(4)	-0.921832	0.036710	-25.11089	0.0000
R-squared	0.550707	Mean dependent var	0.011319	
Adjusted R-squared	0.512196	S.D. dependent var	0.041924	
S.E. of regression	0.029281	Akaike info criterion	-6.975127	
Sum squared resid	0.060016	Schwarz criterion	-6.762053	
Log likelihood	166.2841	F-statistic	14.30005	
Durbin-Watson stat	2.005891	Prob(F-statistic)	0.000000	

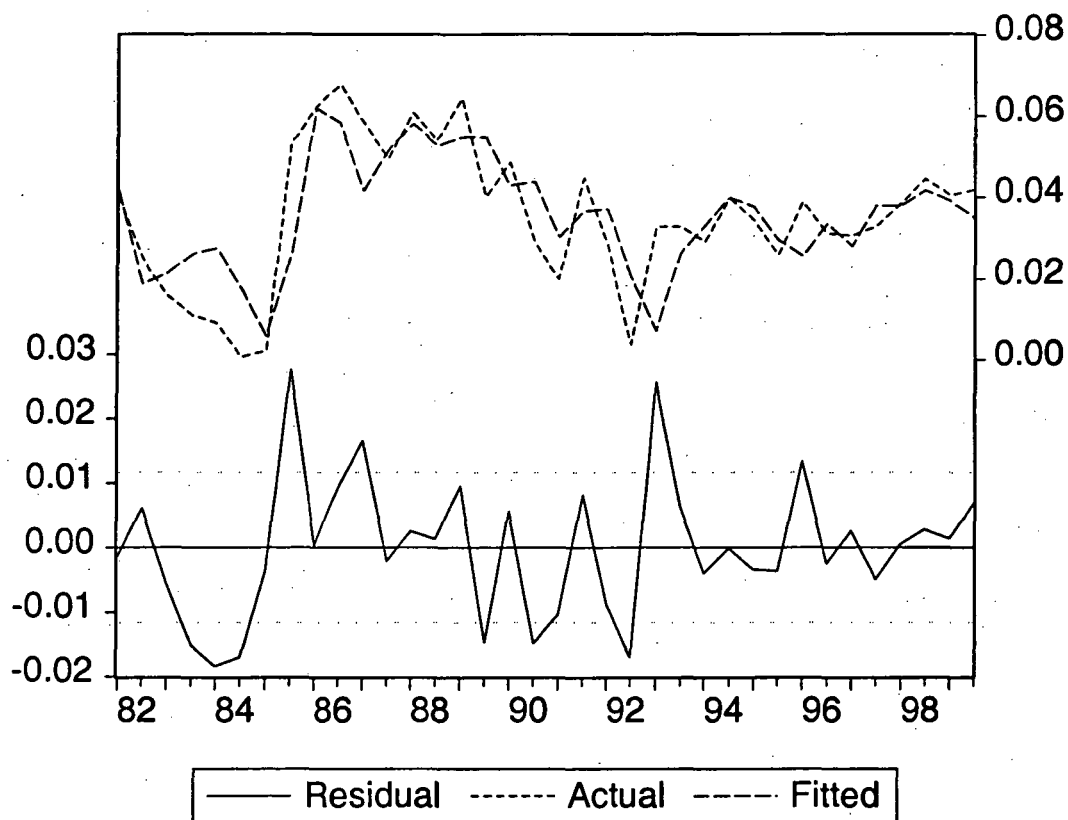
## Circulation sur autoroutes concédées



LS // Dependent Variable is DLPAACN  
 Sample(adjusted): 1982:1 1999:2  
 Included observations: 36 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 9 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.038466	0.007432	5.175911	0.0000
DLPB	1.050594	0.308614	3.404228	0.0020
DLICARB	-0.118982	0.062428	-1.905913	0.0666
DLICARB(-1)	-0.129953	0.065848	-1.973511	0.0580
DLPEAGETL(-1)	-0.445269	0.169782	-2.622599	0.0138
AR(1)	0.420646	0.188544	2.231025	0.0336
MA(2)	-0.267131	0.196078	-1.362365	0.1836
R-squared	0.697220	Mean dependent var	0.059998	
Adjusted R-squared	0.634575	S.D. dependent var	0.027487	
S.E. of regression	0.016616	Akaike info criterion	-8.022122	
Sum squared resid	0.008007	Schwarz criterion	-7.714216	
Log likelihood	100.3164	F-statistic	11.12983	
Durbin-Watson stat	1.939796	Prob(F-statistic)	0.000002	

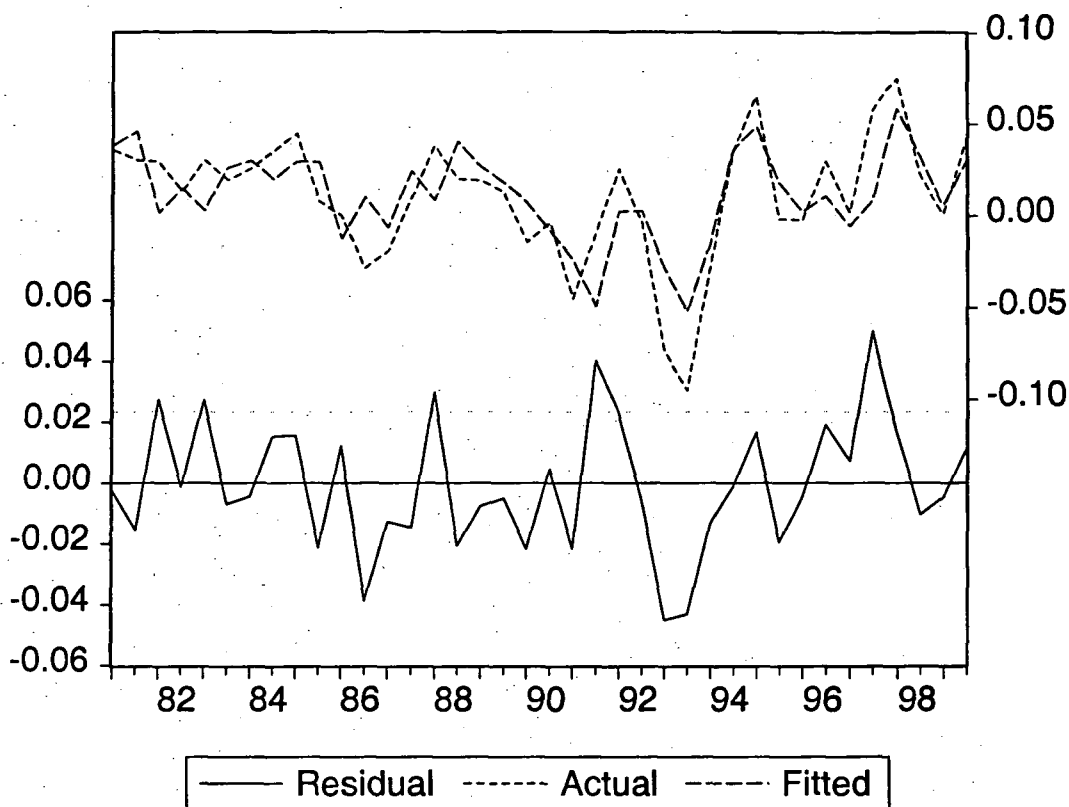
## Circulation sur le réseau national



LS // Dependent Variable is DLPAERN  
 Sample(adjusted): 1982:1 1999:2  
 Included observations: 36 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 7 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.028316	0.007428	3.812240	0.0006
DLPIB	0.449942	0.256181	1.756347	0.0889
DLICARB	-0.081445	0.037588	-2.166761	0.0381
DLPEAGETL(-1)	-0.260674	0.115707	-2.252880	0.0315
AR(1)	0.582969	0.166627	3.498653	0.0014
R-squared	0.610904	Mean dependent var	0.035661	
Adjusted R-squared	0.560698	S.D. dependent var	0.017540	
S.E. of regression	0.011625	Akaike info criterion	-8.780879	
Sum squared resid	0.004190	Schwarz criterion	-8.560945	
Log likelihood	111.9740	F-statistic	12.16797	
Durbin-Watson stat	1.887472	Prob(F-statistic)	0.000005	

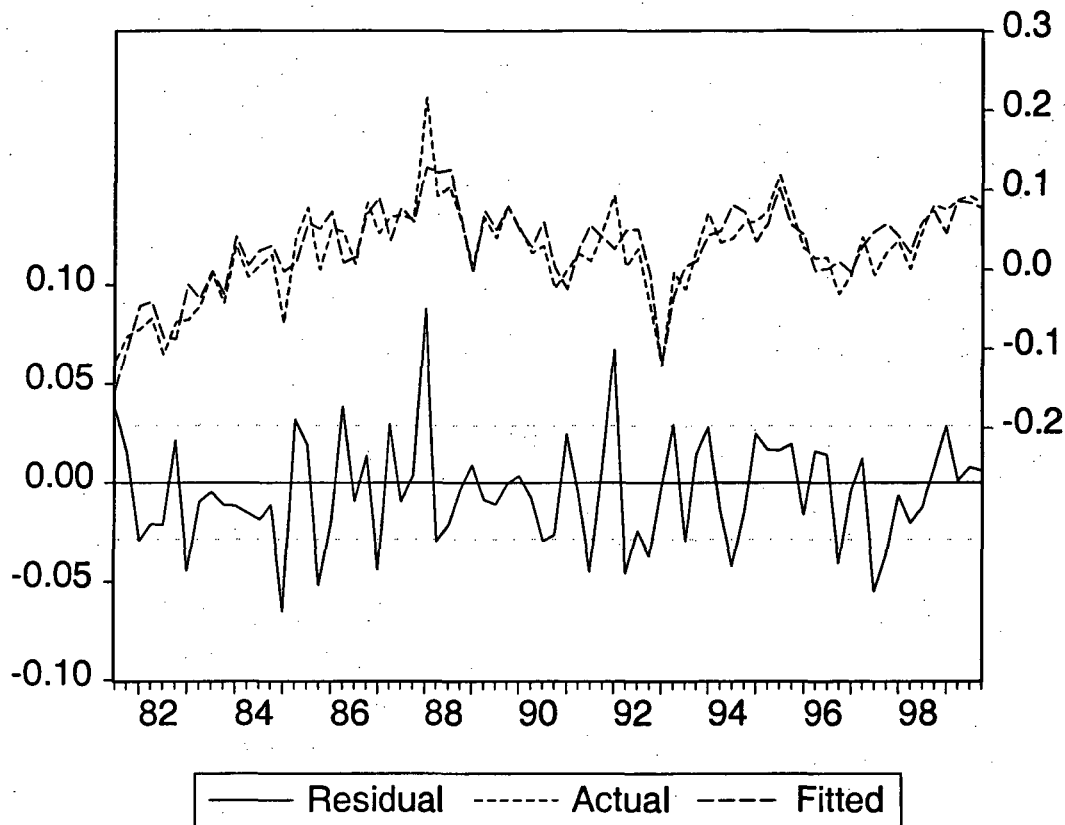
Trafic ferroviaire de voyageurs



LS // Dependent Variable is DLVKRPCO  
 Sample(adjusted): 1981:1 1999:2  
 Included observations: 38 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 13 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLDCM	1.182120	0.338959	3.487502	0.0014
DLIPMFER	-0.437491	0.236022	-1.853607	0.0730
DLIPMFER(-1)	-0.396358	0.222065	-1.784873	0.0838
DLICARB	0.163549	0.089248	1.832525	0.0762
AR(1)	0.680610	0.164834	4.129074	0.0002
MA(2)	-0.374086	0.200535	-1.865441	0.0713
R-squared	0.598656	Mean dependent var	0.010721	
Adjusted R-squared	0.535946	S.D. dependent var	0.034331	
S.E. of regression	0.023387	Akaike info criterion	-7.367205	
Sum squared resid	0.017503	Schwarz criterion	-7.108639	
Log likelihood	92.05724	F-statistic	9.546406	
Durbin-Watson stat	1.792316	Prob(F-statistic)	0.000012	

## Fret routier total



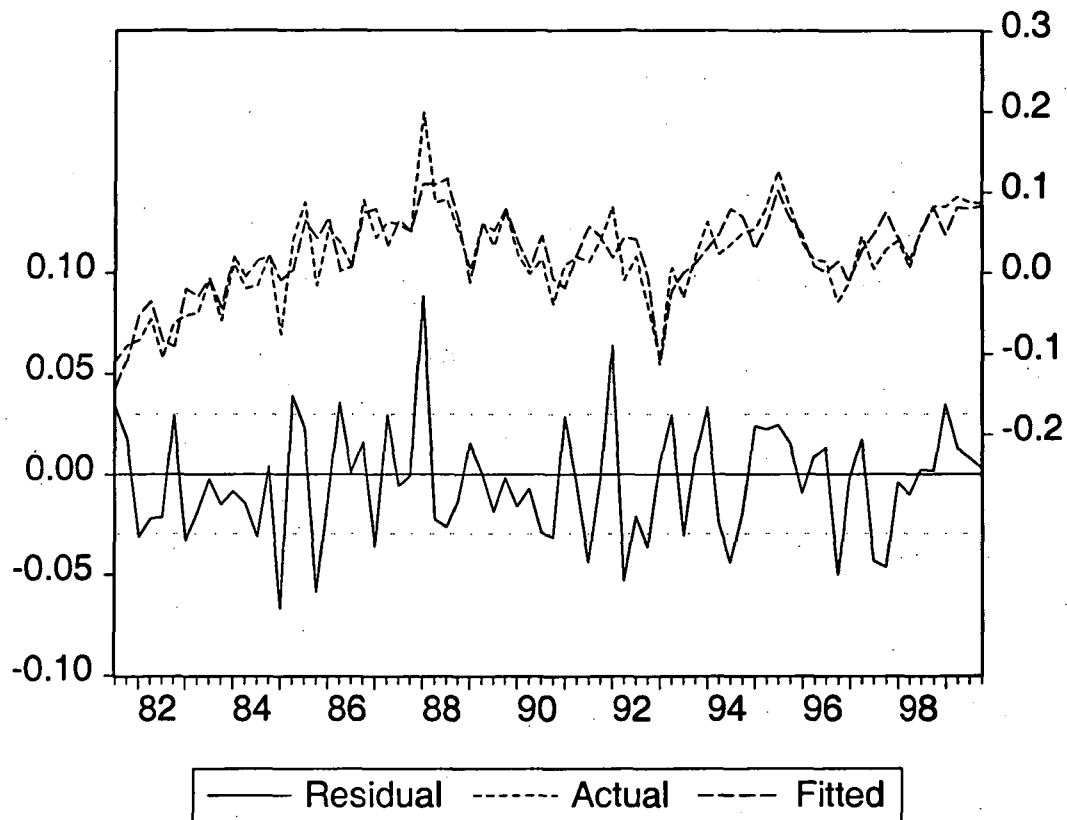
LS // Dependent Variable is DLTRMTOTR  
 Sample(adjusted): 1981:3 1999:4  
 Included observations: 74 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 26 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLIP9	1.168863	0.154521	7.564447	0.0000
DLIPROUT3	-0.409743	0.128648	-3.185003	0.0022
AR(1)	0.580620	0.119892	4.842852	0.0000
AR(2)	0.136298	0.113546	1.200377	0.2341
MA(4)	-0.932907	0.026214	-35.58810	0.0000

R-squared	0.772256	Mean dependent var	0.023946
Adjusted R-squared	0.759054	S.D. dependent var	0.058866
S.E. of regression	0.028895	Akaike info criterion	-7.022997
Sum squared resid	0.057610	Schwarz criterion	-6.867317
Log likelihood	159.8494	F-statistic	58.49296
Durbin-Watson stat	2.085642	Prob(F-statistic)	0.000000



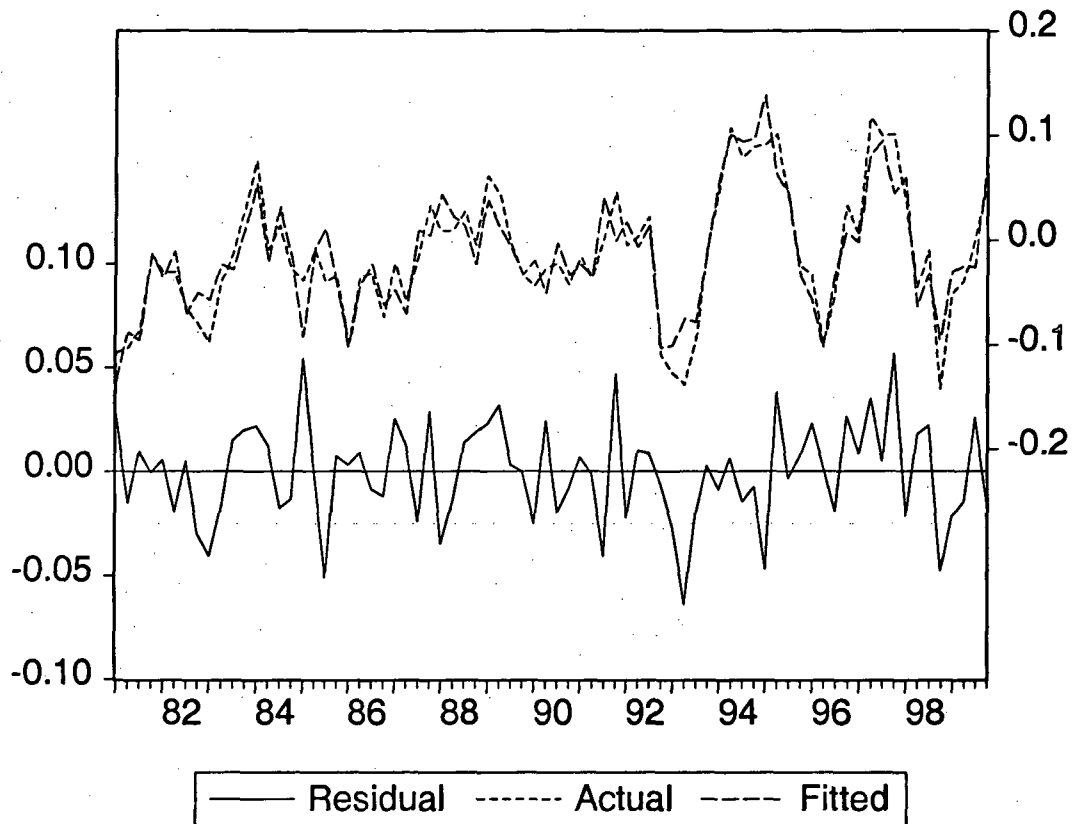
Fret routier national



LS // Dependent Variable is DLTRMR  
 Sample(adjusted): 1981:3 1999:4  
 Included observations: 74 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 47 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLIP9	1.197747	0.167722	7.141267	0.0000
DLIPROUT3	-0.301285	0.142363	-2.116316	0.0379
AR(1)	0.564022	0.118494	4.759907	0.0000
AR(2)	0.193222	0.111827	1.727866	0.0885
MA(4)	-0.919515	0.027901	-32.95678	0.0000
R-squared	0.753734	Mean dependent var	0.021779	
Adjusted R-squared	0.739458	S.D. dependent var	0.058211	
S.E. of regression	0.029713	Akaike info criterion	-6.967183	
Sum squared resid	0.060916	Schwarz criterion	-6.811503	
Log likelihood	157.7843	F-statistic	52.79616	
Durbin-Watson stat	2.104077	Prob(F-statistic)	0.000000	

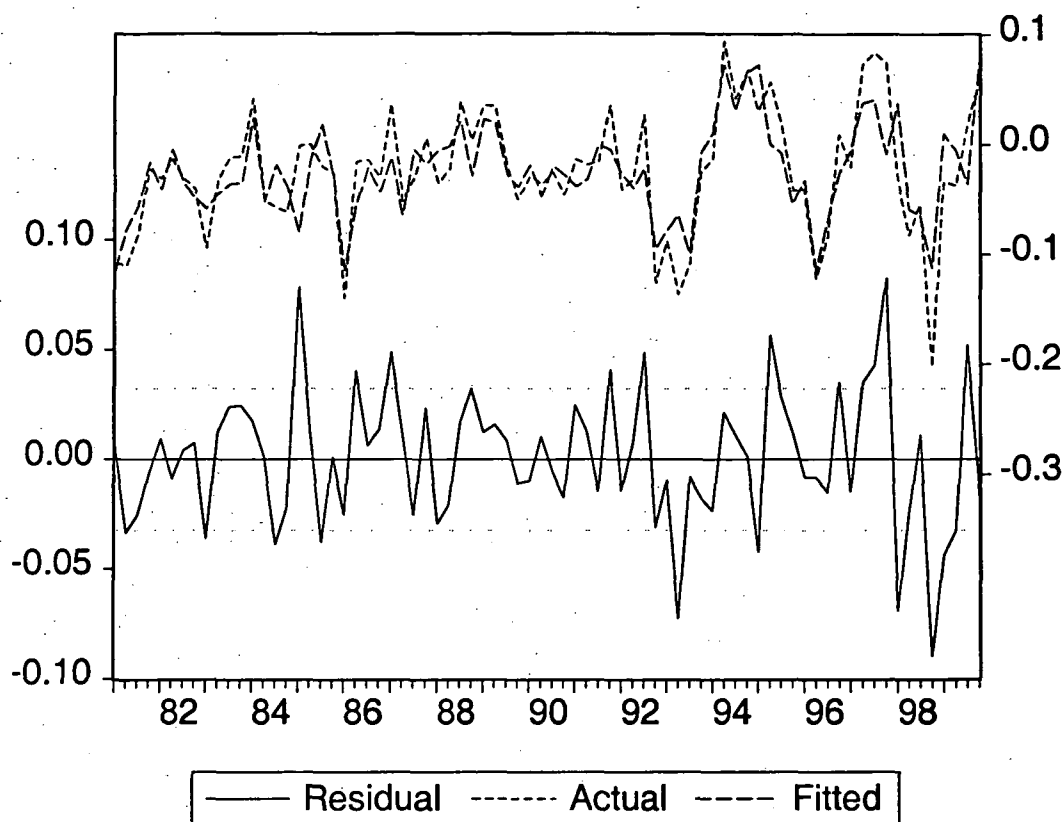
## Fret ferroviaire total



LS // Dependent Variable is DLSNCTOC  
 Sample(adjusted): 1981:1 1999:4  
 Included observations: 76 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 8 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.039176	0.002889	-13.55859	0.0000
DLIP3	1.528563	0.097606	15.66049	0.0000
DLIPRMTK	-0.475937	0.071243	-6.680466	0.0000
DLIPROUT3	0.443396	0.059141	7.497246	0.0000
MA(4)	-0.923114	0.038563	-23.93808	0.0000
R-squared	0.840208	Mean dependent var	-0.012613	
Adjusted R-squared	0.831206	S.D. dependent var	0.060938	
S.E. of regression	0.025036	Akaike info criterion	-7.311330	
Sum squared resid	0.044504	Schwarz criterion	-7.157992	
Log likelihood	174.9912	F-statistic	93.33197	
Durbin-Watson stat	2.117354	Prob(F-statistic)	0.000000	

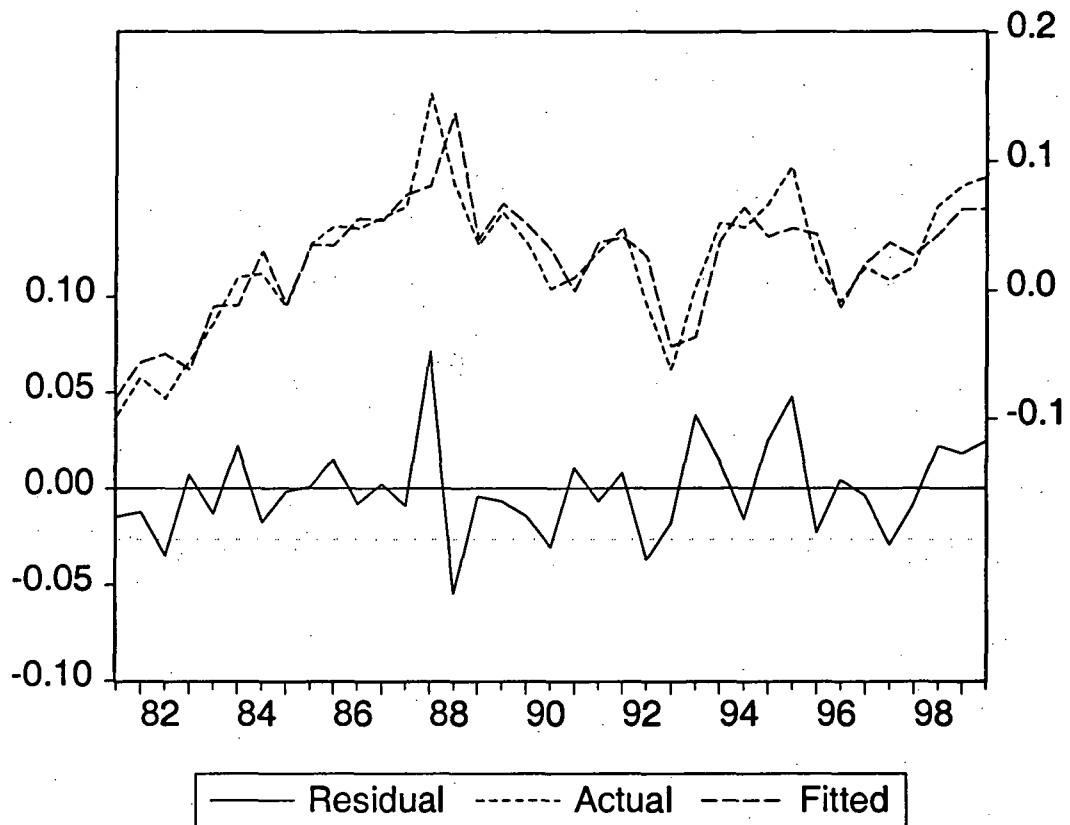
Fret ferroviaire national



LS // Dependent Variable is DLSNCF  
 Sample(adjusted): 1981:1 1999:4  
 Included observations: 76 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 7 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.042840	0.003384	-12.66000	0.0000
DLIP3	0.933983	0.122609	7.617578	0.0000
DLIPRMTK	-0.196324	0.087277	-2.249438	0.0275
MA(4)	-0.900662	0.038700	-23.27309	0.0000
R-squared	0.679515	Mean dependent var	-0.023790	
Adjusted R-squared	0.666162	S.D. dependent var	0.055879	
S.E. of regression	0.032286	Akaike info criterion	-6.815043	
Sum squared resid	0.075052	Schwarz criterion	-6.692373	
Log likelihood	155.1323	F-statistic	50.88656	
Durbin-Watson stat	1.966643	Prob(F-statistic)	0.000000	

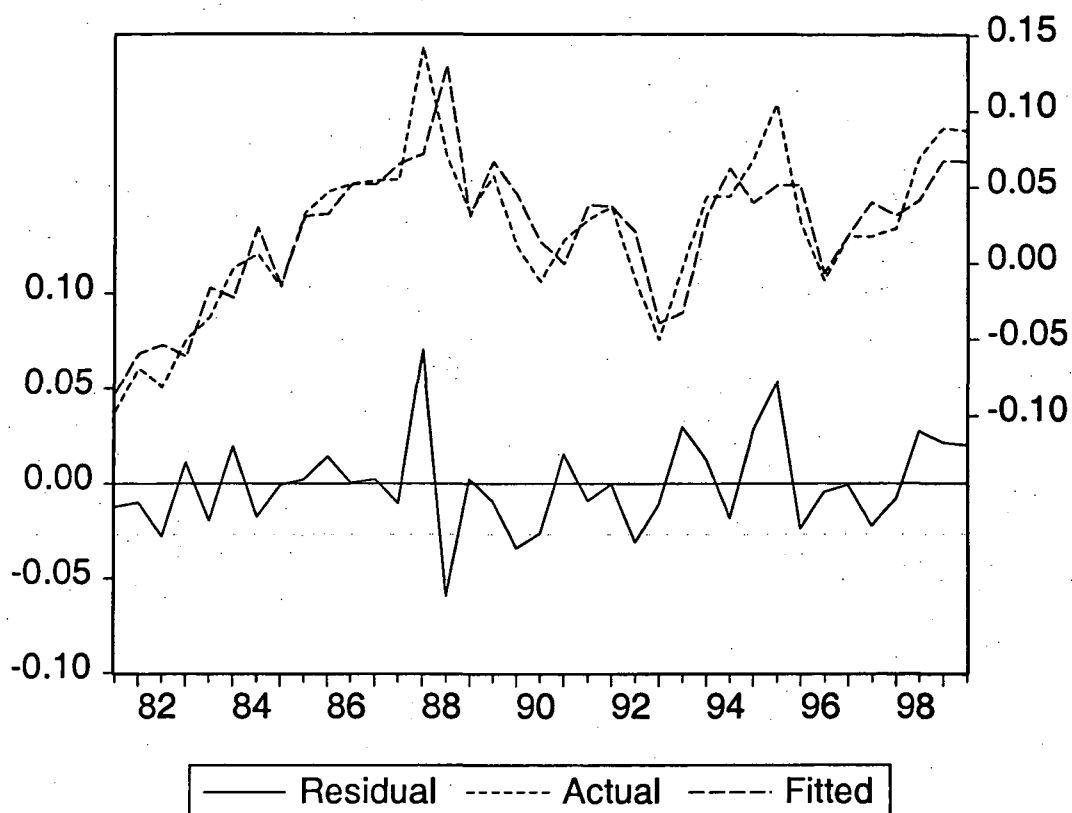
## Fret routier total



LS // Dependent Variable is DLTRMTOTR  
 Sample(adjusted): 1981:2 1999:2  
 Included observations: 37 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 12 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.017119	0.014922	1.147294	0.2600
DLIP7	0.389622	0.200743	1.940895	0.0614
DLIP9	0.447966	0.394041	1.136852	0.2643
DLIPROUT3	-0.368683	0.255585	-1.442502	0.1592
AR(1)	0.728263	0.096204	7.569946	0.0000
MA(2)	-0.538685	0.152909	-3.522915	0.0013
R-squared	0.782541	Mean dependent var	0.023945	
Adjusted R-squared	0.747467	S.D. dependent var	0.052877	
S.E. of regression	0.026572	Akaike info criterion	-7.108394	
Sum squared resid	0.021888	Schwarz criterion	-6.847164	
Log likelihood	85.00456	F-statistic	22.31111	
Durbin-Watson stat	2.339315	Prob(F-statistic)	0.000000	

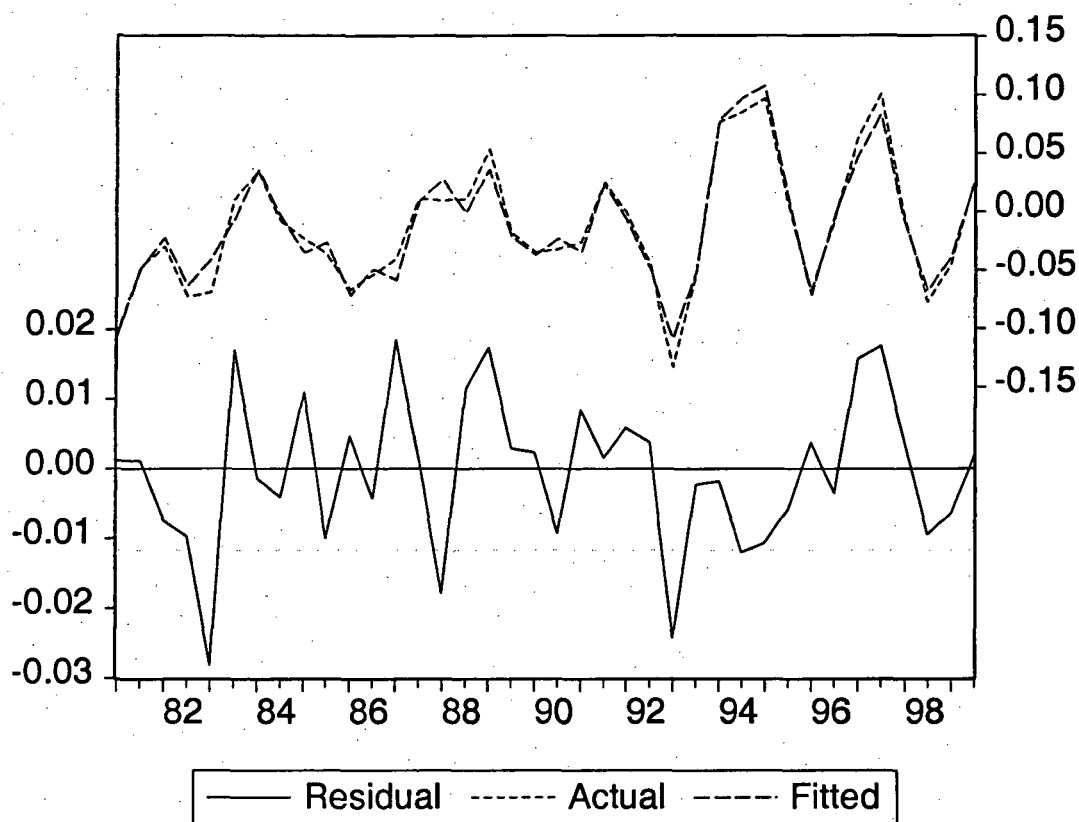
Fret routier national



LS // Dependent Variable is DLTRMR  
 Sample(adjusted): 1981:2 1999:2  
 Included observations: 37 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 11 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.019275	0.016200	1.189820	0.2431
DLIP7	0.368312	0.204190	1.803776	0.0810
DLIP9	0.422175	0.398558	1.059257	0.2977
DLIPROUT3	-0.274023	0.263363	-1.040474	0.3062
AR(1)	0.759022	0.091310	8.312547	0.0000
MA(2)	-0.527328	0.157976	-3.338029	0.0022
R-squared	0.769868	Mean dependent var	0.021761	
Adjusted R-squared	0.732750	S.D. dependent var	0.051803	
S.E. of regression	0.026780	Akaike info criterion	-7.092798	
Sum squared resid	0.022232	Schwarz criterion	-6.831568	
Log likelihood	84.71603	F-statistic	20.74110	
Durbin-Watson stat	2.361936	Prob(F-statistic)	0.000000	

## Fret ferroviaire total



LS // Dependent Variable is DLSNCTOC

Sample(adjusted): 1981:1 1999:2

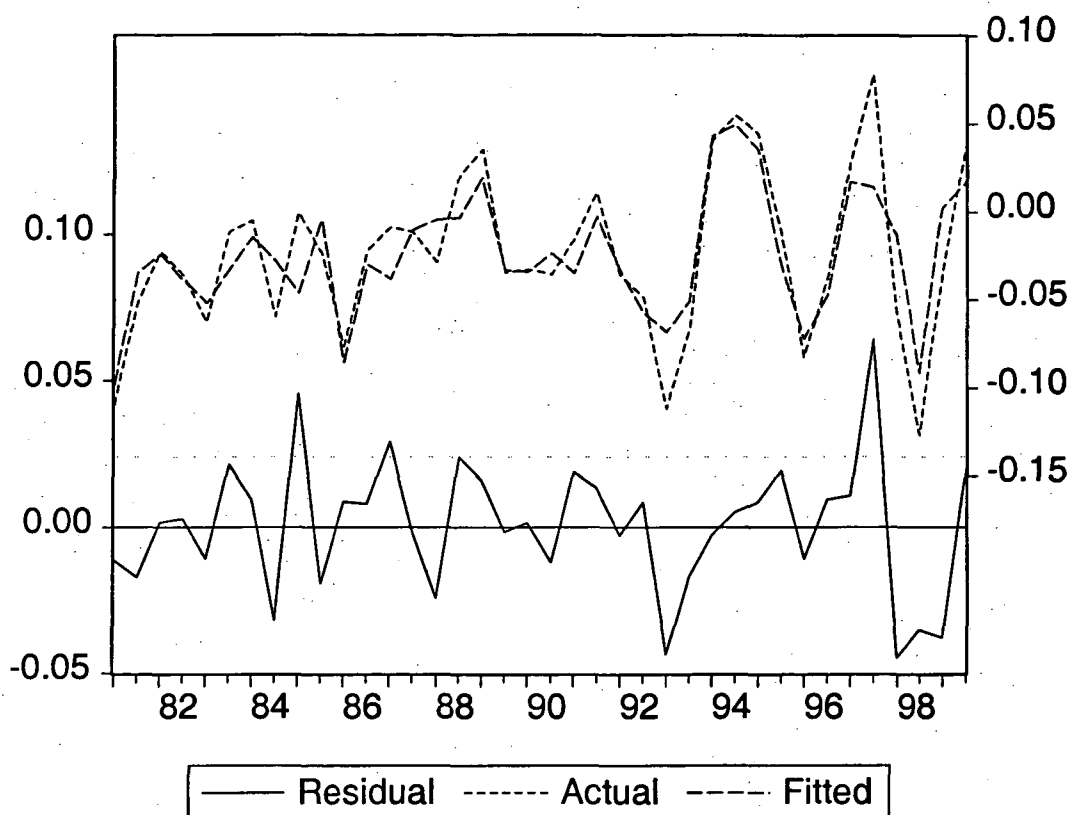
Included observations: 38 after adjusting endpoints

Convergence not achieved after 100 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.043360	0.000580	-74.74625	0.0000
DLIP3	1.617341	0.049244	32.84369	0.0000
DLIPRMTK	-0.515054	0.063419	-8.121405	0.0000
DLIPROUT3	0.397896	0.079942	4.977301	0.0000
MA(2)	-1.645744	0.284720	-5.780215	0.0000

R-squared	0.959306	Mean dependent var	-0.012630
Adjusted R-squared	0.954374	S.D. dependent var	0.054423
S.E. of regression	0.011625	Akaike info criterion	-8.787130
Sum squared resid	0.004460	Schwarz criterion	-8.571658
Log likelihood	118.0358	F-statistic	194.4843
Durbin-Watson stat	2.008309	Prob(F-statistic)	0.000000

Fret ferroviaire national



LS // Dependent Variable is DLSNCFCO  
 Sample(adjusted): 1981:1 1999:2  
 Included observations: 38 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 8 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.042182	0.003828	-11.01876	0.0000
DLIP3	0.884302	0.146495	6.036385	0.0000
DLIPRMTK	-0.206415	0.096881	-2.130611	0.0404
MA(2)	-0.911583	0.040044	-22.76476	0.0000
R-squared	0.752141	Mean dependent var	-0.023769	
Adjusted R-squared	0.730271	S.D. dependent var	0.046592	
S.E. of regression	0.024198	Akaike info criterion	-7.343703	
Sum squared resid	0.019908	Schwarz criterion	-7.171325	
Log likelihood	89.61069	F-statistic	34.39165	
Durbin-Watson stat	2.204723	Prob(F-statistic)	0.000000	

## 7 Conclusions et Perspectives

Nous avons élaboré un modèle qui relie les indicateurs agrégés de trafic ferroviaire et routier aux deux principaux déterminants que sont l'activité économique (consommation, production) et les prix du transport. Ce modèle a été calibré en format trimestriel et en format semestriel, sur la période 1980-1999, avec les logiciels SAS et E-views.

Nous avons utilisé dans ce rapport de convention les agrégats macro-économiques issus des comptes nationaux trimestriels, mesurés dans la nouvelle base 1995. Les séries qui mesurent la dépense de consommation des ménages, le produit intérieur brut et la production industrielle diffèrent donc des séries utilisées dans la version précédente du modèle (cf. rapport de convention précédent), qui résultaient d'une agrégation de séries mensuelles, disponibles ou estimées par modélisation.

*La relance des modèles avec les nouvelles séries d'agrégats macroéconomiques a entraîné des modifications, comparativement aux modèles trimestriels retenus précédemment (estimation sous SAS) ; ces différences portent sur la significativité de certaines variables, et sur le partage des effets.*

Ainsi, en transport de voyageurs, l'offre autoroutière n'apparaît plus significative du trafic autoroutier.

En transport de marchandises, pour le fret routier, la variable de production du BTP n'est pas significative en rythme trimestriel, de sorte que l'effet de production se reporte globalement sur la production industrielle hors BTP ; en rythme semestriel, l'effet de production peut être saisi par les deux variables. Pour le fret ferroviaire, seule la variable de production des biens intermédiaires est significative, en rythme trimestriel et en rythme semestriel ; de plus, le prix routier n'est pas significatif du trafic intérieur, en rythme trimestriel comme en rythme semestriel, et pour le fret ferroviaire total, le prix routier et la recette unitaire ferroviaire sont significatifs.

Dans l'ensemble, les élasticités ne sont pas modifiées par le passage au format semestriel. En revanche, on obtient généralement une valeur plus faible pour le MAPRE, c'est-à-dire une meilleure adéquation du modèle à la réalité, et ceci s'explique par la moindre part que prend la composante saisonnière dans les séries semestrielles.

*La relance des modèles sous E-views n'induit aucune modification importante des résultats obtenus sous SAS : les résultats sont globalement voisins, les quelques divergences de résultats devant être attribués à la méthode d'estimation des paramètres, qui est celle du maximum de vraisemblance sous SAS, et des moindres carrés sous Eviews. On notera par exemple un partage légèrement différent des effets, entre celui de la production industrielle et celui du prix routier, dans les modèles expliquant le trafic routier, intérieur et total, de marchandises. On notera de même, de manière plus marquée, une séparation différente des effets de consommation et de prix, en rythme trimestriel, pour le trafic ferroviaire de voyageurs.*

Les perspectives consistent à prendre en compte la qualité de l'offre pour les transports de voyageurs, en introduisant dans les modèles des variables descriptives des réseaux : ces variables sont à constituer pour le trafic ferroviaire, et qui sont à affiner pour la circulation



routière. Il s'agit aussi de prendre en compte nos échanges extérieurs dans les modèles explicatifs des trafics globaux de marchandises.

La performance empirique des modèles doit être évaluée sur la période récente, et comparée à la performance de modèles annuels établis avec les mêmes données. La performance des modèles devrait être établie pour le suivi explicatif sur la période passée, mais aussi pour la prévision et pour la prévision.

Une spécification plus appropriée à un horizon de moyen/long terme, ou un couplage avec d'autres modèles utilisés à un horizon de moyen/long terme, peut être étudiée.

## **8 Bibliographie**

Azencott Robert, Durand Bruno, Girard Bernard, Girard Yvonne, Vernier Catherine : MODEST, un logiciel d'aide à la Modélisation d'un ensemble de séries Temporelles. DIAM-Recherche/SAMOS/SCIPRE, Université Panthéon-Sorbonne, janvier 1997.

Bergel Ruth, Girault Maurice, Sélosse Pierre, Villette Jean : Les projections semestrielles de transport. Publication trimestrielle. Service Economique et Statistique, DAEI, Paris-La Défense, 1984 à 1992.

Bergel Ruth, Mutter Alexandre : Modélisation trimestrielle des trafics de voyageurs et de marchandises. Rapport de convention SES/Inrets. Mai 2000.

Bergel Ruth, Nespoux Valérie: Modélisation bimodale des trafics terrestres de voyageurs et de marchandises. Rapports du groupe de travail Beauvais Consultants/DIAM-Recherche/DRAST/DTT/DAEI. Février 1997.

Bresson, Georges, Madre Jean-Loup, Pirotte Alain. Prévision du trafic automobile sur différents types de réseaux aux niveaux national et régional. Rapport de convention INRETS/SETRA, 1997.

Meyer Karine. La concurrence rail-route : analyse économétrique des trafics de marchandises et des perspectives de transport combiné. Thèse pour le doctorat de Sciences économiques. Université Paris-1 Panthéon-Sorbonne, 1998.

Notes de synthèse du SES. Dossier Modèles. Ministère de l'Équipement, Service Economique et Statistique, Paris la Défense.

## Annexe A

# Comparaison de modèles sous SAS et sous Eviews

Deux points sont à noter lors d'exploitation de modèles ARIMAX sous les logiciels SAS et Eviews. L'écriture même des modèles est légèrement différente et les méthodes d'estimation sont différentes.

### 1. Ecriture des modèles

#### 1.1. Coefficients des exogènes

On s'intéresse à des modèles ARIMAX, *i.e.* des modèles ARIMA avec prise en compte de variables exogènes, la forme considérée ici est le modèle suivant:

$$\Phi(B)F(B) \left[ \log Y_t - \sum_{i=1}^k \Delta_i(B) \log X_{it} \right] = \Theta(B)\varepsilon_t$$

où  $\varepsilon$  désigne un bruit blanc.

Chaque variable exogène peut intervenir avec des retards, ce que prend en compte le polynôme retard en B  $\phi_i(B)$ .

Sous SAS (proc ARIMA) le polynôme s'écrit

$$\Phi_i(B) = (\beta_0 - \beta_1 B - \dots - \beta_p B^p)$$

Sous EViews, l'utilisateur peut faire intervenir une variable retardée avec la syntaxe VAR1(-p), où p indique le retard. Avec cette écriture le polynôme retard de chaque variable s'écrit:

$$\Phi_i(B) = (\beta_0 + \beta_1 B + \dots + \beta_p B^p)$$

Par conséquent, à l'exception du coefficient associé à la variable non retardée, *i.e.*  $\beta_0$ , tous les coefficients des polynômes  $\Phi(B)$  de SAS et de EViews doivent être comparés en changeant de signe au préalable.

#### 1.2. Coefficients de la dynamique

Un problème semblable à celui rencontré avec les paramètres des variables exogènes apparaît avec la partie dynamique, cela est encore dû à l'écriture du modèle.

Les coefficients de la partie autorégressive peuvent être comparés directement, à l'inverse ceux de la partie moyenne mobile doivent être comparés après un changement de signe.

### 2. Méthode d'estimation

L'estimation des coefficients obtenus avec SAS a été réalisée grâce au maximum de vraisemblance. Par contre, l'estimation dans Econometric Views n'est possible que par les moindres carrés. Cette différence d'algorithme peut expliquer les différences entre les deux logiciels sur le plan numérique.



## Annexe B (sorties SAS)

### Critères de validité des modèles

Les modèles ont été mis en œuvre pour chacun des indicateurs.

On dispose à chaque fois, dans les sorties suivantes, d'un certain nombre de statistiques qui permettent de valider le modèle sur l'ensemble de la période, puis de résultats plus spécifiques aux deux dernières années, qui sont ici 1998 et 1999.

Spécification : Rappelons que les modèles sont obtenus ici avec la spécification générale suivante :

$$\Phi(B)F(B) \left[ \log Y_t - \sum_{i=1}^k \Delta_i(B) \log X_{it} \right] = \Theta(B)\varepsilon_t$$

avec :  $Y_t$ , la variable endogène,  $X_i$  les variables exogènes, pour  $i=1$  à  $k$ ,  
 $F(B)$ , un filtre de différences,  
 $\Phi(B)$ ,  $\Theta(B)$  et  $\Delta_i(B)$  des polynômes retard,  
 et  $\varepsilon_t$  un bruit blanc.

Filtre : Les filtres  $(I-B^s)$  ou  $(I-B)(I-B^s)$  sont habituellement retenus,  $s$  étant la période ici prise égale à 4. Nous avons retenu un filtre  $(I-B^s)$  pour tous les modèles.

Sorties : Les sorties disponibles sont les coefficients qui mesurent la dynamique de la variable endogène (ceux des polynômes  $\Phi(B)$  et  $\Theta(B)$ ), ceux qui mesurent l'impact des variables exogènes (ceux des polynômes  $\Delta_i(B)$ ), leur écart-type et le t-ratio associé.

On dispose des statistiques globales de performance suivantes :

- La log-vraisemblance :

$$L = -\frac{(Z-m)' \Omega^{-1} (Z-m)}{2\sigma^2} - \frac{1}{2} \ln(|\Omega|) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2)$$

avec  $Z$ , la série corrigée des exogènes,  $m$ , son espérance,  $n$ , la longueur de la série et  $\sigma^2 \Omega$  la variance de  $Z$ .

- Le critère d'information d'Akaike (AIC) :  $-2 \ln(L) + 2k$

- Le critère bayésien de Schwarz (SBC) :  $-2 \ln(L) + \ln(n)k$

où, pour ces deux dernières formules,  $L$  est la log-vraisemblance,  $k$ , le nombre de paramètres libres et  $n$ , le nombre de résidus calculés.

- La somme des carrés des erreurs (SSE) :  $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$

- La variance des résidus (VARRES) :  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$  et leur écart-type (SIGMARES)

$$\text{- Le } R^2 : \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

- L'erreur relative d'ajustement trimestriel en valeur absolue, moyennée sur la période, par rapport à la réalité (MAPRE\_R) :  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right|$ , et par rapport au modèle

$$\text{(MAPRE_E)} : \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{\hat{Y}_i} \right|$$

Graphiques : On dispose des graphiques de la série endogène, brute et estimée (prévue à 1 pas) ou prévue à n pas (rétro-prévision à n pas à exogènes connues, ou prévisions dans le futur à exogènes inconnues), du graphique du résidu et des autocorrélations estimées de ce résidu. Les valeurs atypiques de la série résiduelle sont indiquées sur les 10 dernières années. Ces deux derniers graphiques sont utiles pour la validation du modèle, de même que les valeurs des MAPRE.

Elasticités : On dispose des valeurs des élasticités trimestrielles, de l'endogène à ses déterminants, à long terme pour chaque trimestre (l'effet retard peut porter sur un trimestre suivant). Des résultats équivalents sont obtenus pour les modèles semestriels.

Ratios disponibles : On dispose enfin des valeurs numériques de la série endogène, réelle et estimée (ou prévue), ce qui donne lieu au calcul de différents taux d'évolution annuelle, trimestrielle ou mensuelle, selon les cas :

$$TXR = \frac{Y_{\text{réel en } n} - Y_{\text{réel en } n-1}}{Y_{\text{réel en } n-1}}$$

$$TXF = \frac{Y_{\text{estimée en } n} - Y_{\text{estimée en } n-1}}{Y_{\text{estimée en } n-1}}$$

$$TXFR = \frac{Y_{\text{estimée en } n} - Y_{\text{réel en } n-1}}{Y_{\text{réel en } n-1}}$$

## Annexe C (sorties SAS)

### Liste des indicateurs modélisés et de leurs déterminants

*Les variables ont été utilisés avec les abréviations suivantes, que l'on retrouve dans les résultats détaillés de sorties de modèles fournis en annexes B.*

*Certaines abréviations modifiées sont données entre parenthèses. Pour le ferroviaire, on a accolé la lettre « C » à certaines variables corrigées de la grève de novembre-décembre 1995.*

*La définition précise, la source et les unités de mesure des variables sont données en partie 3.*

#### Indicateurs modélisés (ou variables endogènes) :

- PAAC : parcours sur autoroutes concédées
- PAER : parcours sur l'ensemble du réseau routier national
- VKRP (VKRPC) : trafic ferroviaire de voyageurs sur le réseau principal de la SNCF (avec correction de la grève de nov-déc 1995)
  
- TRMTOTR (TRMT) : ensemble du trafic routier de marchandises (transit exclu)
- TRMR : trafic routier national de marchandises
- SNCFTOT (SNTCO) : ensemble du trafic wagons de marchandises (importations, exportations et transit inclus) (avec correction de la grève de nov-déc 1995)
- SNCF (SNCFC) : trafic ferroviaire national de marchandises

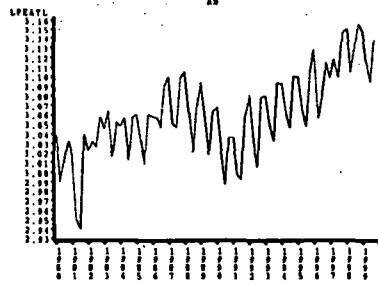
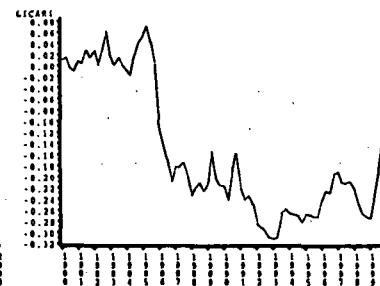
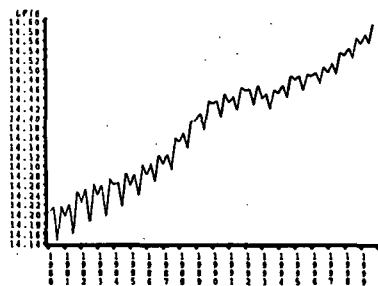
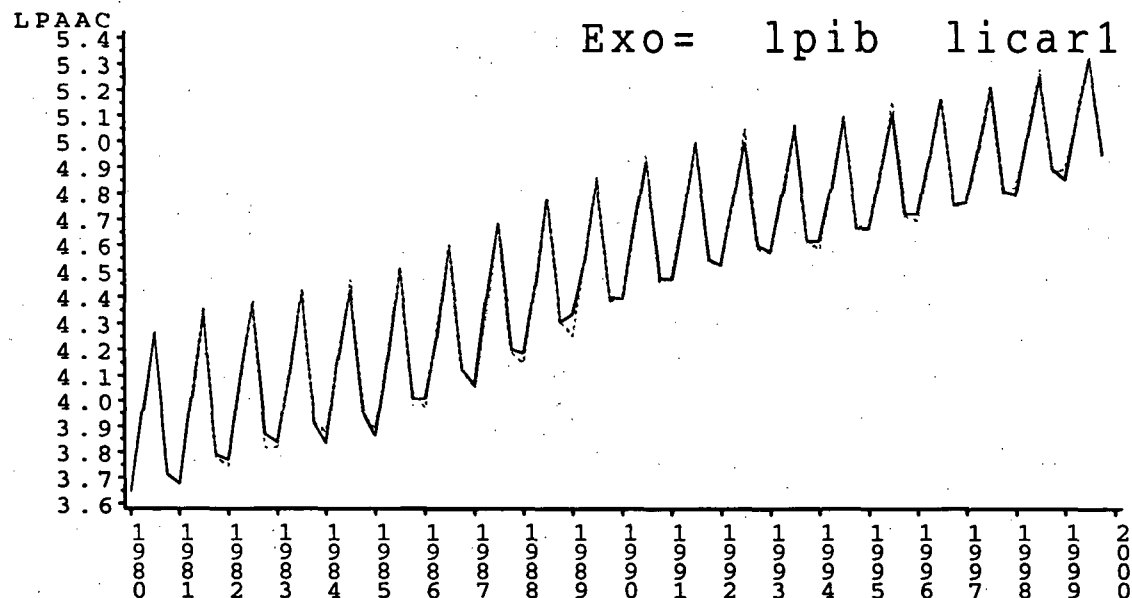
#### Déterminants (ou variables exogènes) :

- CFM : consommation finale des ménages (homogène sur longue période)
- DCM : dépenses en consommation des ménages en nouvelle base 1995)
- PIB : produit intérieur brut
- LGAC01(LGAC) : longueur du réseau autoroutes concédées
- TRKMTGV : ensemble des trains-kilomètres TGV
- ICARB : prix des carburants voiture
- PEAGTL (PEATL) : péage autoroutier
- IPMFER : recette unitaire voyageurs sur le réseau principal de la SNCF
  
- IP1 : indice de production de l'industrie agro-alimentaire
- IP3 : indice de production de l'industrie des biens intermédiaires
- IP7 : indice de production de l'industrie du BTP
- IP9 : indice de production de l'ensemble de l'industrie, hors BTP
- IP931 : indice de production de l'industrie, hors BTP, industries agro-alimentaires et biens intermédiaires
- IMP80 : importations globales
- EXP80 : exportations globales
- IPROUT (IPROU) : prix routier
- IPRMTK (IPMTK) : recette unitaire wagons

# MODELE :

Endo=lpaac

Exo= lpib licar1 lpeatl



lpaac — reelle - - - - - estimee

## Coefficients

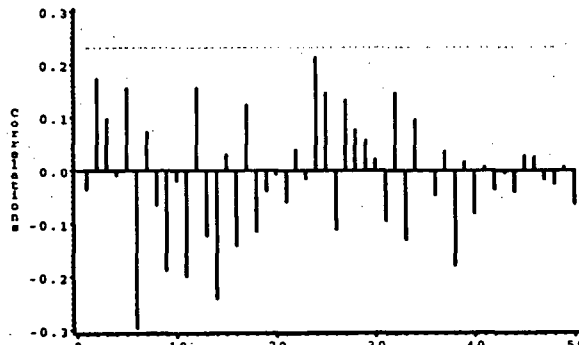
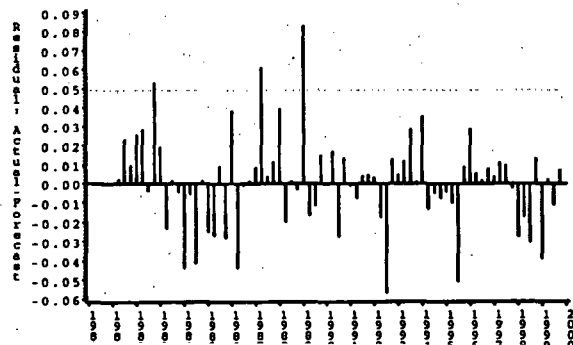
PARAM	VALUE	STD	T_RATIO
MU0	0.03872	0.00537	7.21225
MA4	0.45649	0.11844	3.85416
AR1	0.23461	0.11989	1.95678
LPIB1	1.17056	0.24310	4.81523
LICAR10	-0.23537	0.05956	-3.95165
LPEAT10	-0.29031	0.14785	-1.96355
LPEAT11	0.23633	0.13963	1.69252

## Statistiques

STAT	VALUE	FILTRE	NOBS
AIC	-332.196	4	80
SBC	-315.974		
LOGLR	173.098		
SSE	0.043		
R2	0.453		
SIGMARES	0.024		
VARRES	0.001		
MAPRE_R	1.709		
MAPRE_E	1.714		

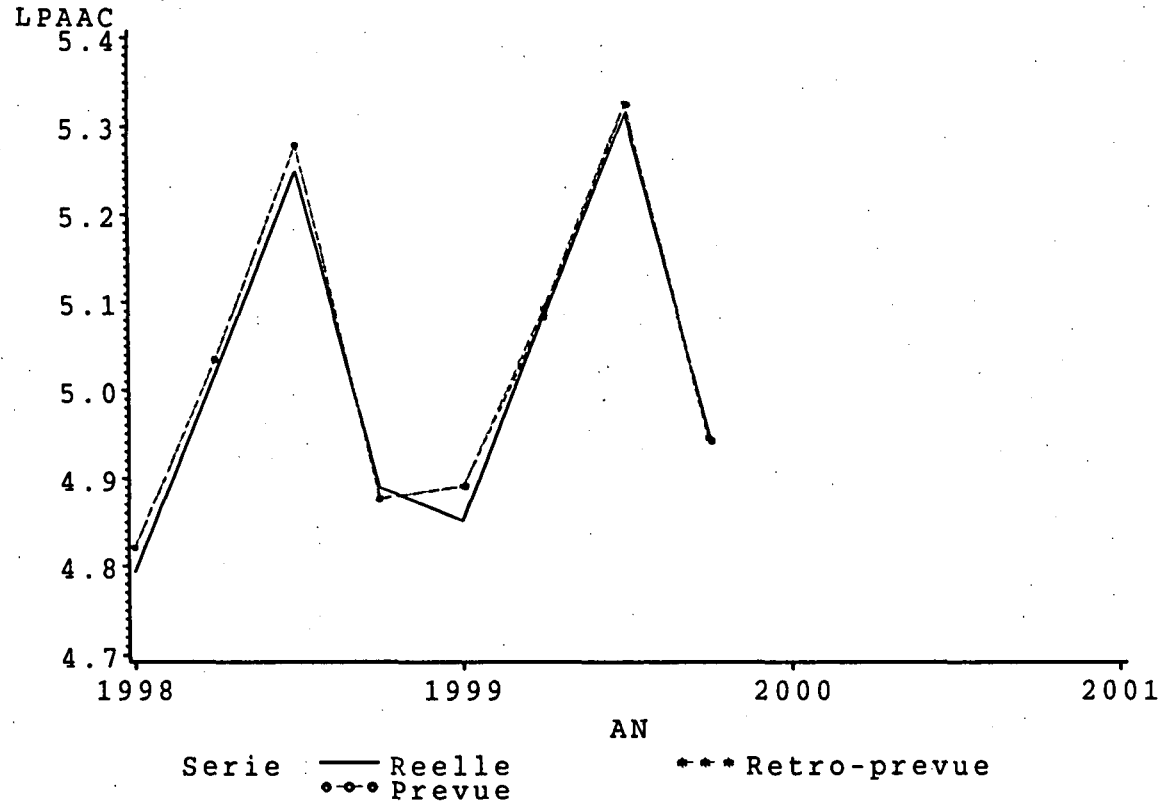
## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELPIB	-0.87792	1.17056	1.17056
ELICAR1	-0.23537	-0.23537	-0.23537
ELPEAT1	-0.43355	-0.52353	-0.52353





# ESTIMATION et PREVISIONS



## Residus trop forts

DATE	PAAC	ESTIMEE	ECART
1989:1	76.32	70.24	6.08
1992:3	147.17	155.75	-8.59
1995:3	164.56	173.09	-8.52

## Taux d'evolution annuelle

DATE	PAAC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	595.15	5.21	605.21	7.64	6.98
1999	634.80	6.66	640.77	5.88	7.67

TPIB	TICAR1	TPEATL
3.22	-4.54	1.93
3.00	4.12	-1.06

## Taux d'evolution en rythme 4

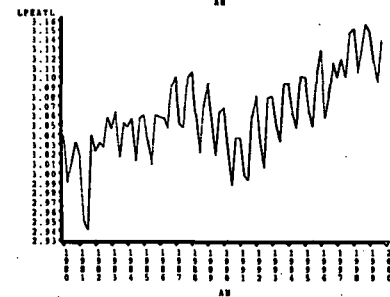
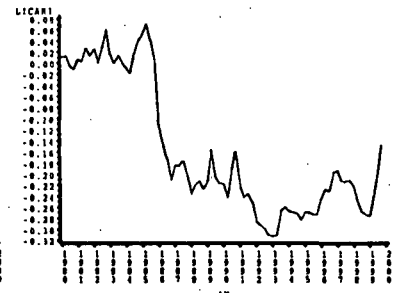
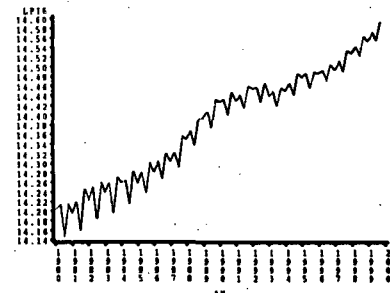
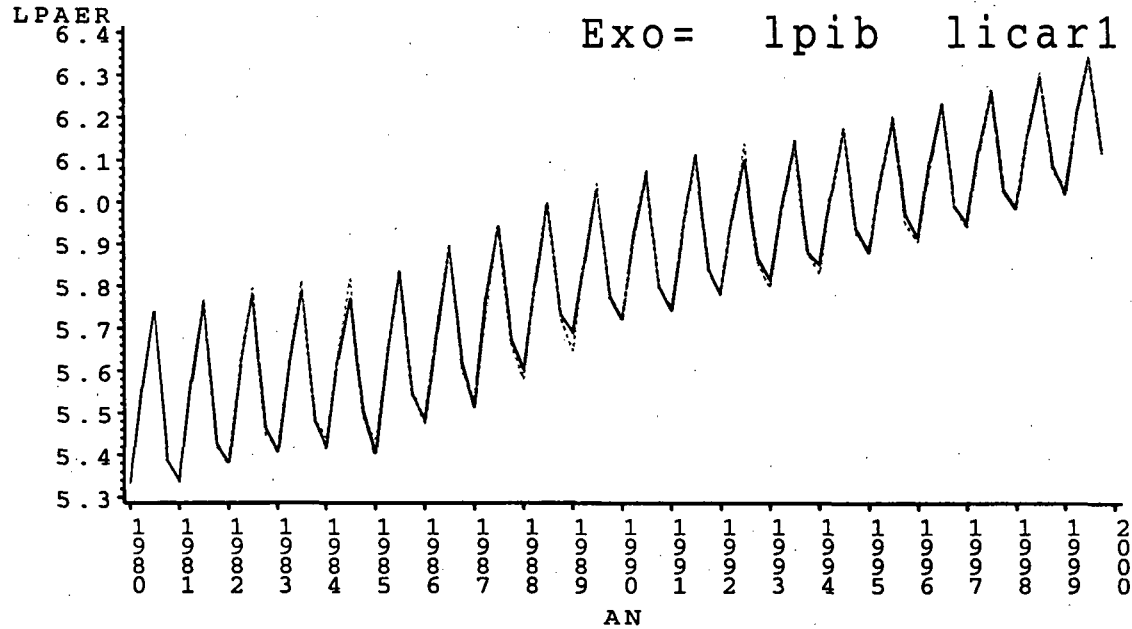
DATE	PAAC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
1998:1	120.72	2.94	124.05	6.14	5.78	-3.32874	-2.68342
1998:2	151.13	5.12	153.73	8.10	6.93	-2.60015	-1.69137
1998:3	190.42	4.21	196.25	8.42	7.40	-5.83233	-2.97185
1998:4	132.88	8.98	131.17	7.36	7.58	1.70557	1.30031
1999:1	128.12	6.13	133.18	7.36	10.32	-5.05892	-3.79782
1999:2	161.89	7.12	161.59	5.11	6.92	0.30333	0.18772
1999:3	203.49	6.86	205.69	4.81	8.02	-2.20057	-1.06988
1999:4	141.29	6.33	140.31	6.96	5.59	0.98359	0.70102

## Ecart

# MODELE :

Endo=lpaer

Exo= lpib licar1 lpeatl



lpaer — reelle - - - - - estimee

## Coefficients

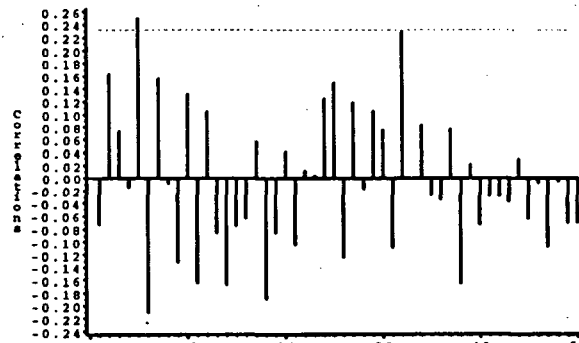
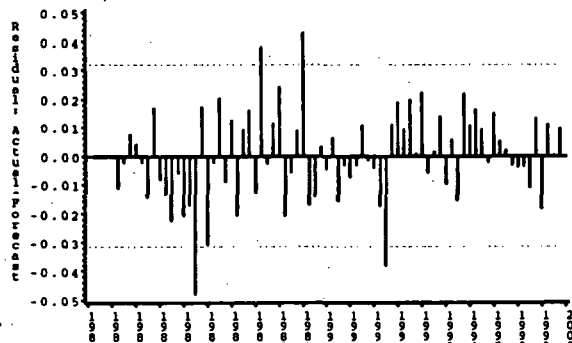
PARAM	VALUE	STD	T_RATIO
MU0	0.01925	0.00467	4.12126
MA4	0.30738	0.12549	2.44936
AR1	0.37428	0.11989	3.12195
LPIB0	0.52059	0.24659	2.11115
LPIB1	-0.26996	0.25039	-1.07818
LICAR10	-0.12633	0.04506	-2.80389
LPPEATL0	-0.12702	0.09538	-1.33171

## Statistiques

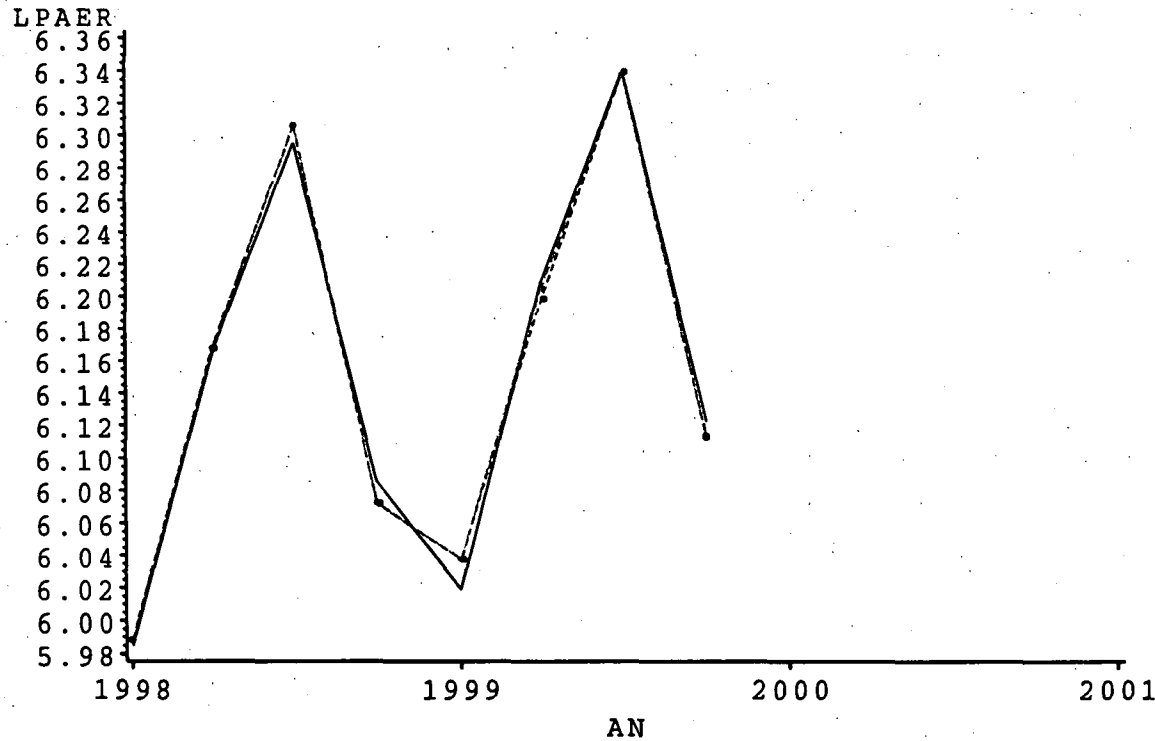
_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-395.348	4	80
SBC	-379.126		
LOGLIK	204.674		
SSE	0.019		
R2	0.413		
SIGMARES	0.016		
VARRES	0.000		
MAPRE_R	1.235		
MAPRE_E	1.234		

## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELPIB	0.72306	0.79055	0.79055
ELICAR1	-0.12633	-0.12633	-0.12633
ELPEATL	-0.12702	-0.12702	-0.12702



# ESTIMATION et PREVISIONS



## Residus trop forts

DATE	PAER	ESTIMEE	ECART
1989:1	295.93	283.55	12.38
1992:3	445.35	462.69	-17.34

## Taux d'evolution annuelle

DATE	PAER	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	1855.2	4.26	1858.4	4.90	4.44
1999	1933.2	4.20	1930.8	3.90	4.08

TPIB	TICAR1	TPEATL
3.22	-4.54	1.93
3.00	4.12	-1.06

Serie — Reelle  
 ••• Prevue  
 \*\*\* Retro-prevue

## Taux d'evolution en rythme 4

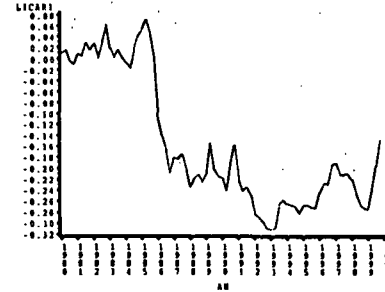
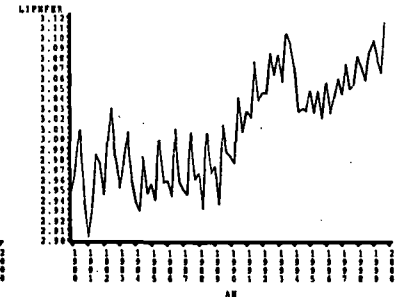
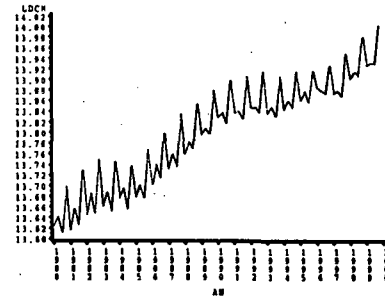
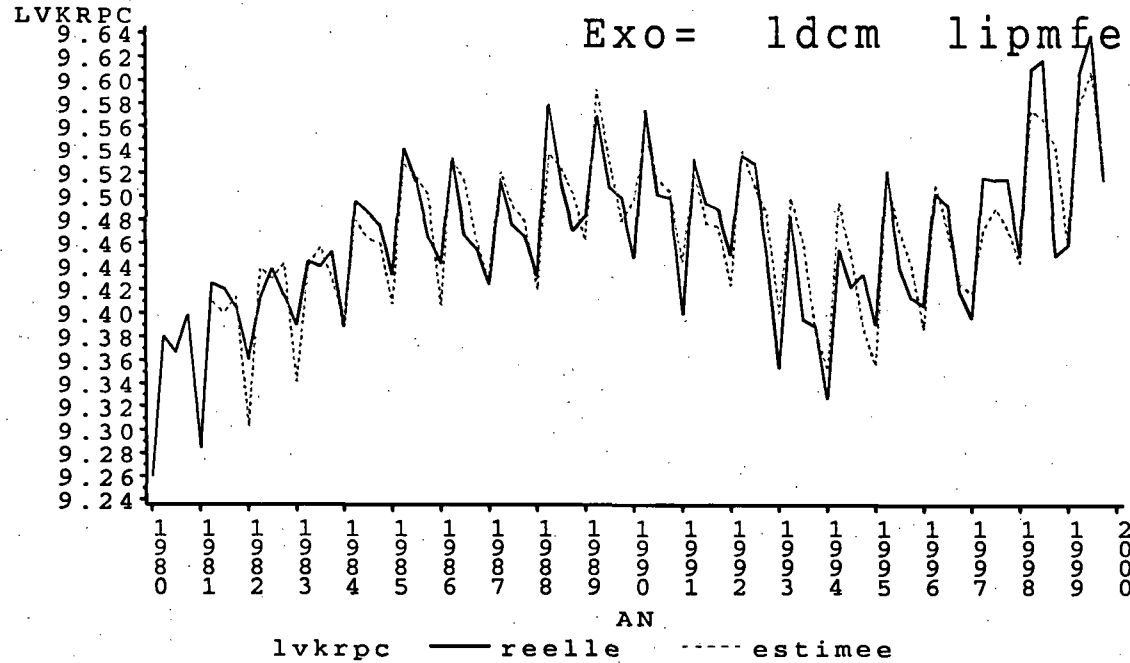
DATE	PAER	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
1998:1	397.60	3.42	398.95	5.32	3.77	-1.34831	-0.33811
1998:2	444.86	4.35	444.86	4.69	4.69	-1.56012	-0.35078
1998:3	554.11	3.21	554.11	4.71	4.71	-6.00216	-1.09492
1998:4	443.99	3.57	443.99	3.88	4.67	-5.70539	-1.31339
1999:1	441.11	4.47	441.11	3.88	4.40	-7.60137	-1.81339
1999:2	449.88	4.05	449.88	1.17	5.51	5.49012	1.21146
1999:3	567.13	4.60	567.13	4.43	4.58	0.12938	0.02288
1999:4	456.52	3.85	456.52	2.23	2.87	4.30059	0.95099

## Ecart

# MODELE :

Endo=lvkrpc

Exo= ldcm lipmfer licar1



## Coefficients

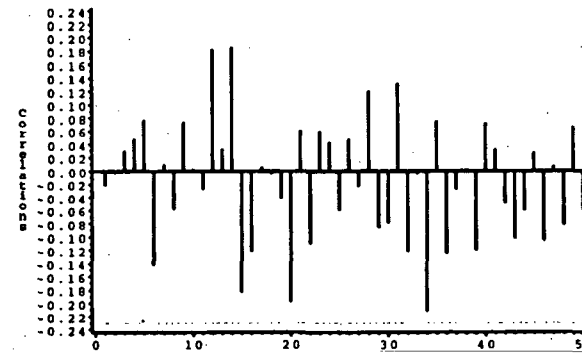
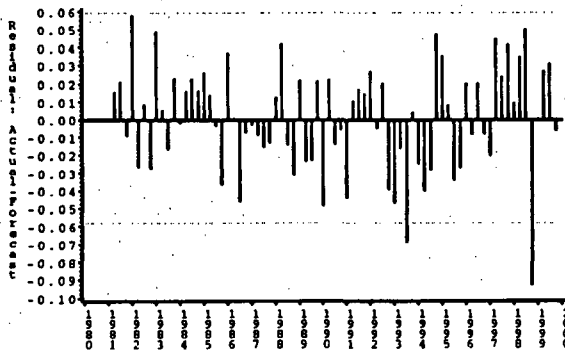
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
MU0	-0.00200	0.00855	-0.23426
MA4	0.59992	0.12230	4.90548
AR1	0.39617	0.11948	3.31571
AR2	0.34885	0.12475	2.79637
LDCH0	1.05127	0.39992	2.62868
LIPMFER0	-0.64629	0.18678	-3.46026
LIPMFER1	-0.17259	0.18728	-0.92159
LICAR10	0.16198	0.09667	1.67548

## Statistiques

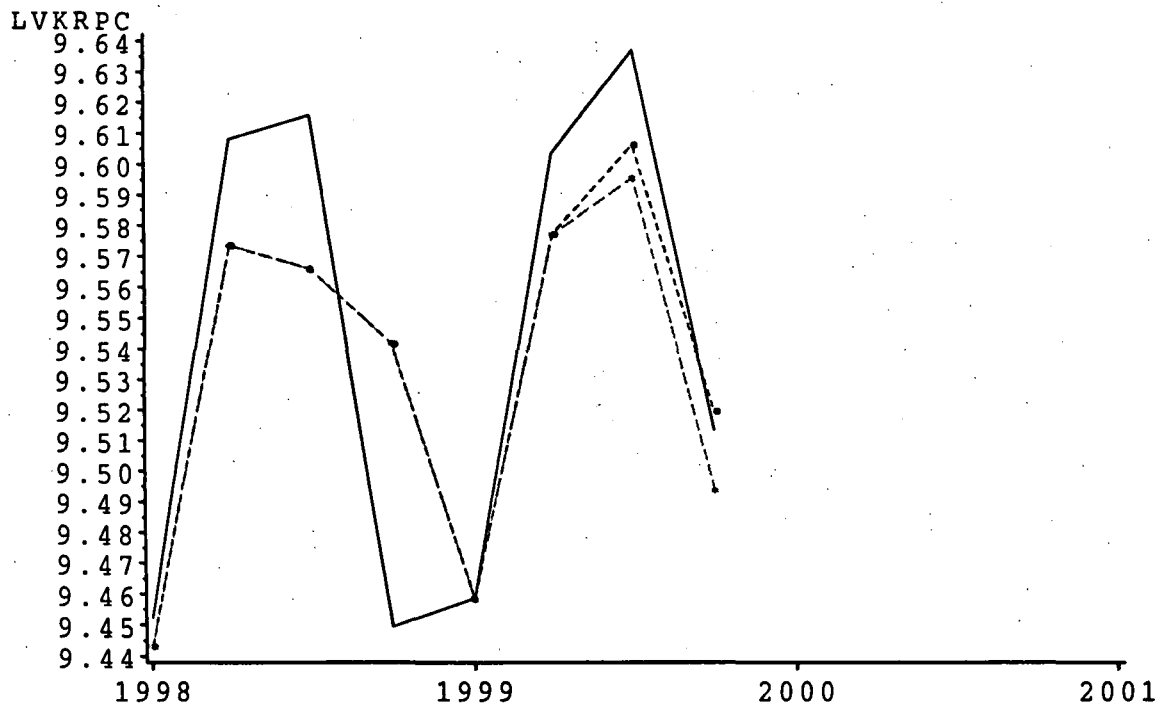
_STAT_	_VALUE_	PILFRE	NOBS
AIC	-301.202	4	80
SBC	-282.662		
LOGLIK	158.601		
SSE	0.062		
R2	0.507		
SIGMARES	0.029		
VARRES	0.001		
MAPRE_R	2.376		
MAPRE_E	2.368		

## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELDCM	1.05127	1.05127	1.05127
ELIPMFER	-0.51685	-0.47370	-0.47370
ELICAR1	0.16198	0.16198	0.16198



# ESTIMATION et PREVISIONS



Serie — Reelle  
 ••••• Prevue  
 \*\*\* Retro-prevue

## Residus trop forts

DATE	VKRPC	ESTIMEE	ECART
1993:3	12029	12878	-849.2
1998:4	12700	13931	-1230

## Taux d'evolution annuelle

DATE	VKRPC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	55320	4.95	55198	7.18	4.72
1999	56512	2.15	55735	0.97	0.75

TDCM	TIPMPER	TICAR1
3.43	1.92	-4.54
2.20	1.51	4.12

## Taux d'evolution en rythme 4

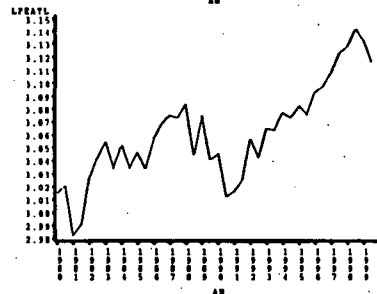
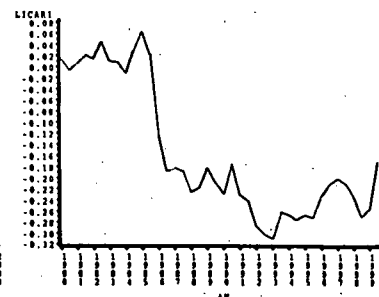
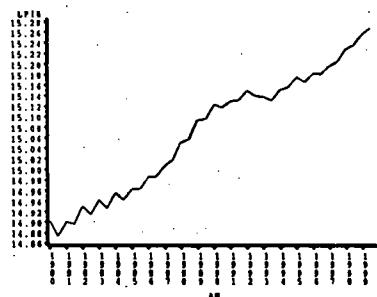
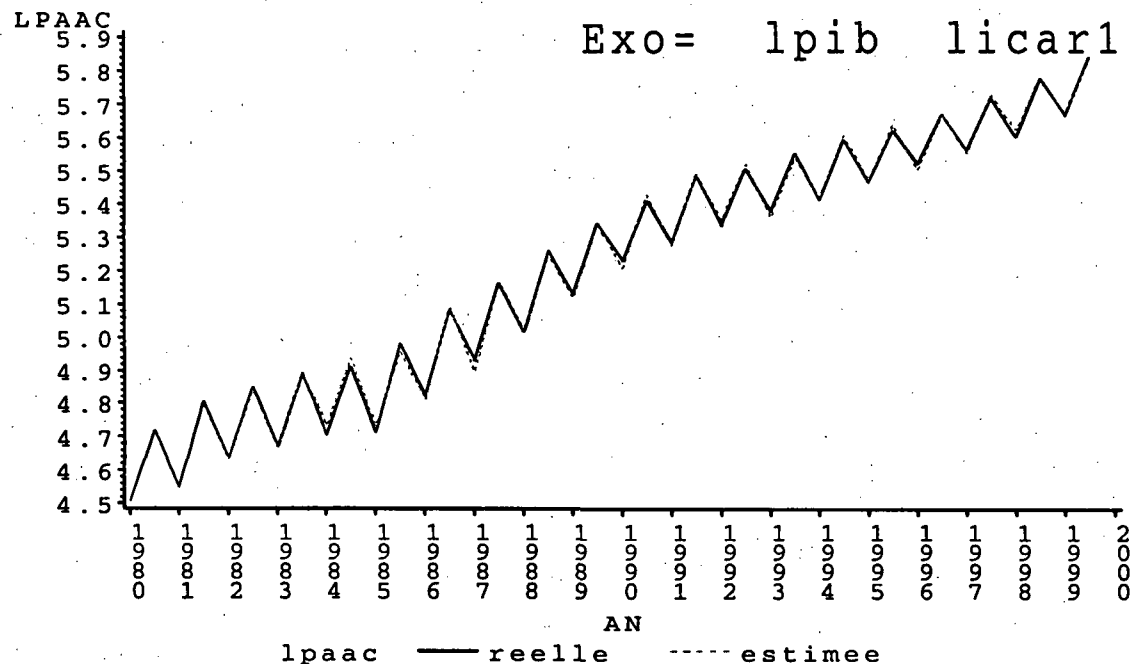
DATE	VKRPC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
1998:1	12735.3	5.70	12620	2.66	4.75	115.05	0.91166
1998:2	14883.3	9.69	14379	10.79	5.97	504.72	3.51023
1998:3	15000.8	0.77	14269	7.92	5.37	732.09	5.13075
1998:4	12700.3	-6.30	13931	7.11	2.78	-1230.38	-8.83213
1999:1	12820.8	0.67	12815	1.55	0.63	5.52	0.04310
1999:2	14821.6	-0.41	14433	0.38	-3.02	388.14	2.69132
1999:3	15325.8	2.17	14861	4.15	-0.93	465.23	3.13064
1999:4	13543.5	6.64	13626	-2.19	7.29	-82.53	-0.60569

## Ecart

# MODELE :

Endo=lpaac

Exo= lpib licar1 lpeatl



## Coefficients

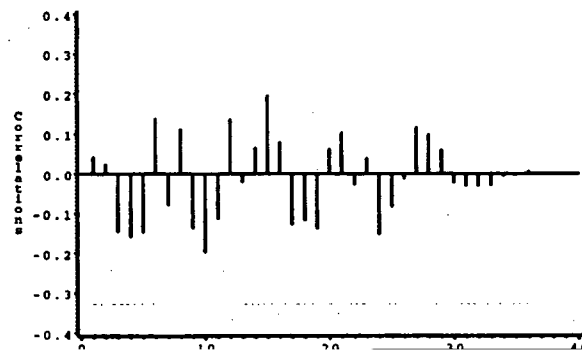
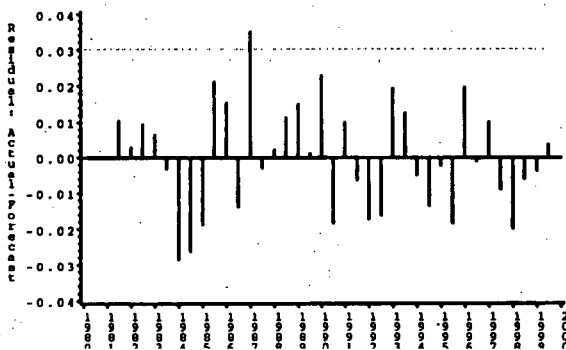
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
MU0	0.04016	0.00750	5.35416
MA2	0.23638	0.19784	1.19483
AR1	0.43128	0.18867	2.28593
LPIB0	1.01563	0.31154	3.26000
LICAR10	-0.11262	0.06051	-1.86137
LICAR11	0.12741	0.06441	1.97801
LPEATL1	-0.46981	0.16282	-2.88546

## Statistiques

_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-192.336	2	40
SBC	-181.060	.	.
LOGLIK	103.168	.	.
SSE	0.008	.	.
R2	0.694	.	.
SIGMARES	0.015	.	.
VARRES	0.000	.	.
MAPRE_R	1.228	.	.
MAPRE_E	1.228	.	.

## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELPIB	1.01563	1.01563	1.01563
ELICAR1	-0.17633	-0.24003	-0.24003
ELPEATL	-0.23490	-0.46981	-0.46981

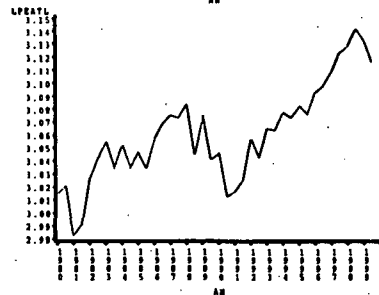
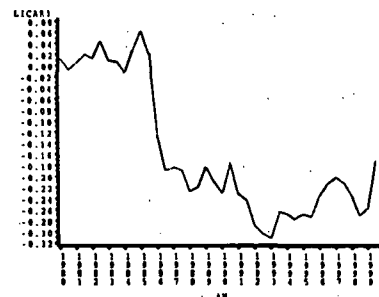
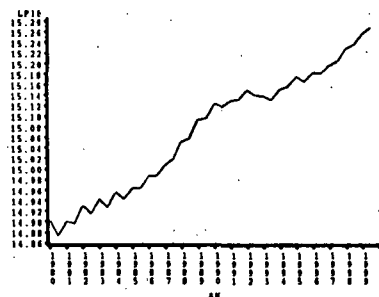
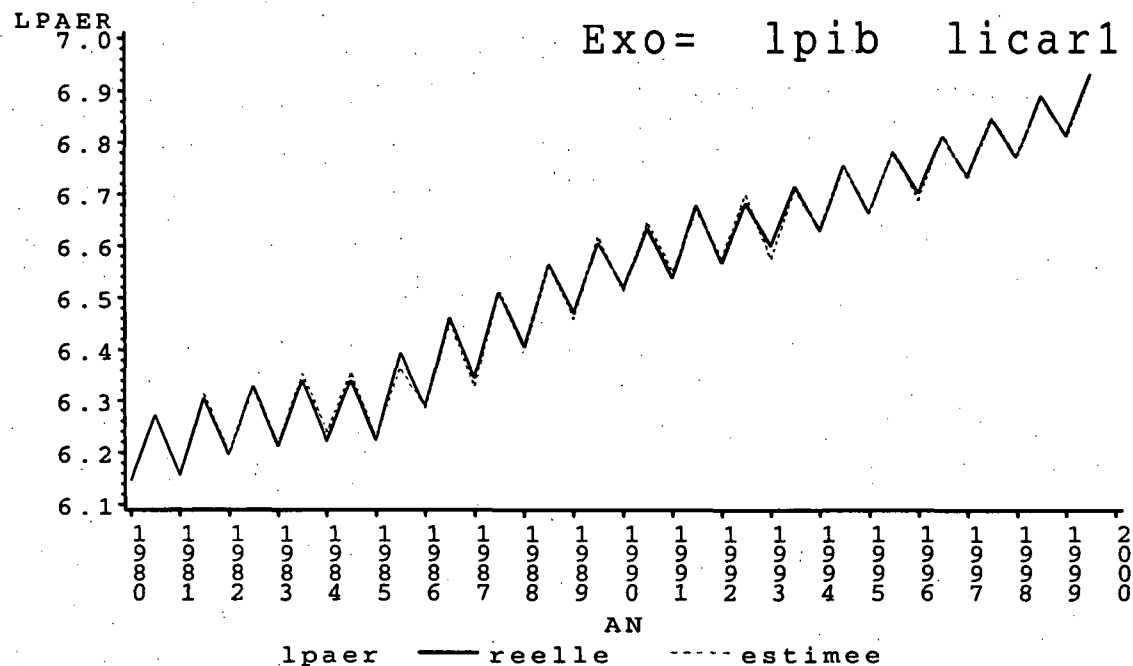




# MODELE :

Endo=lpaer

Exo= lpib licar1 lpeatl



## Coefficients

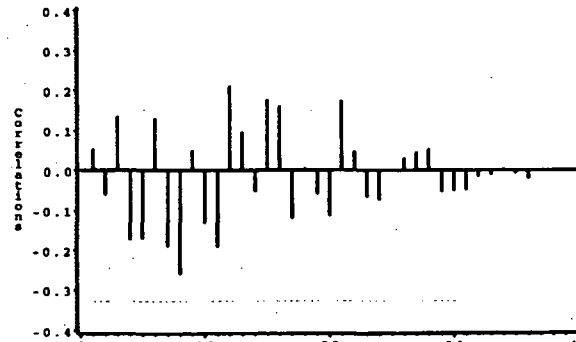
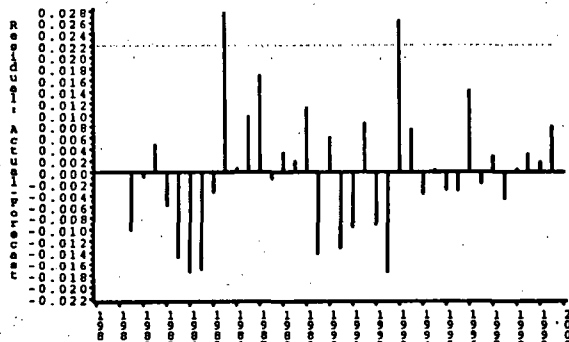
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
MUO	0.02677	0.00689	3.88455
AR1	0.56461	0.16804	3.35998
LPIBO	0.46011	0.25344	1.81547
LICAR10	-0.08366	0.03713	-2.25296
LPEATL1	-0.23109	0.11069	-2.08778

## Statistiques

_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-220.020	2	40
SBC	-211.965		
LOGLIK	115.010		
SSE	0.004		
R2	0.612		
SIGMARES	0.011		
VARRES	0.000		
MAPRE_R	0.822		
MAPRE_E	0.824		

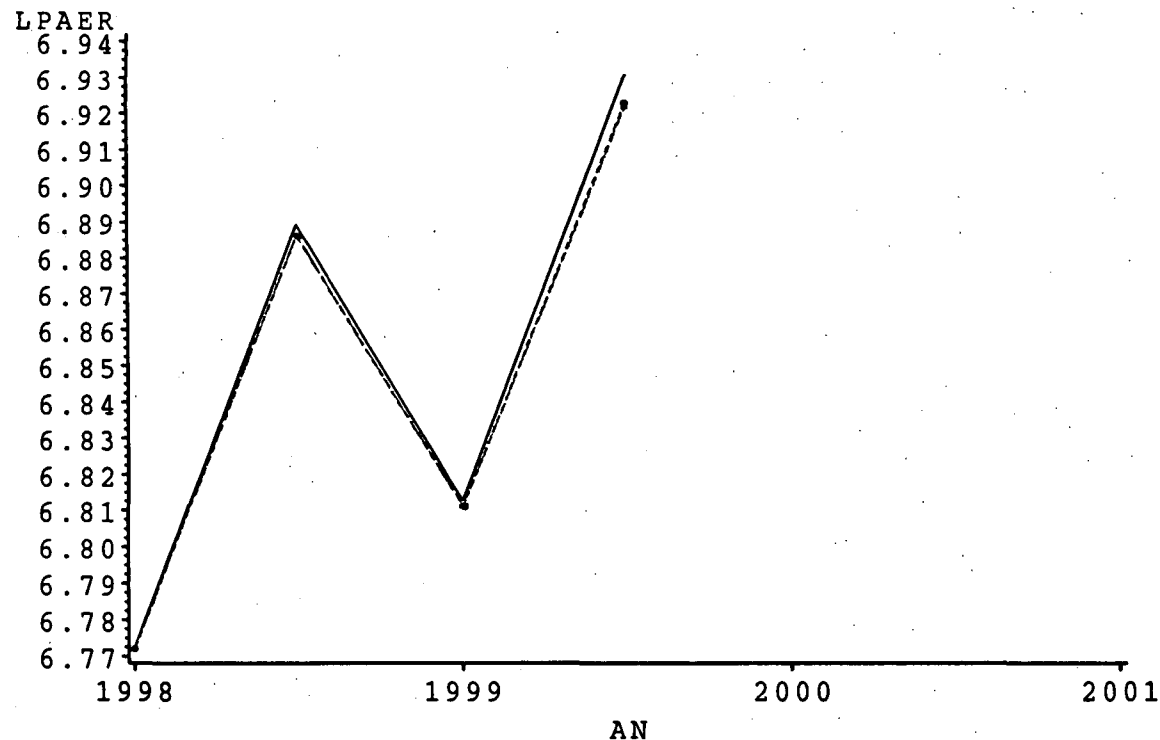
## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELPIB	0.46011	0.46011	0.46011
ELICAR1	-0.08366	-0.08366	-0.08366
ELPEATL	-0.11554	-0.23109	-0.23109





# ESTIMATION et PREVISIONS



## Residus trop forts

DATE	PAER	ESTIMEE	ECART
JAN1993	735.70	716.59	19.11

## Taux d'evolution annuelle

DATE	PAER	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	1855.2	4.26	1851.8	3.95	4.06
1999	1933.2	4.20	1923.5	3.87	3.68

TPIB	TICAR1	TPEATL
3.22	-4.54	1.93
3.00	4.12	-1.06

Serie — Reelle  
 ••• Prevue  
 \*\*\* Retro-prevue

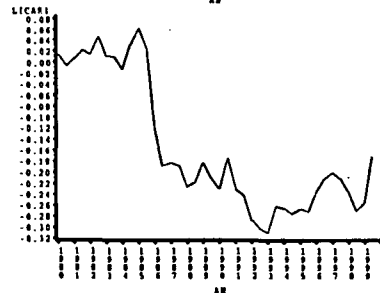
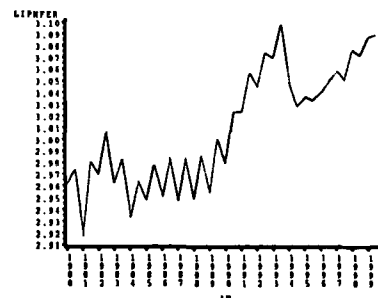
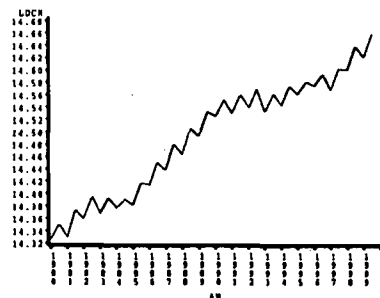
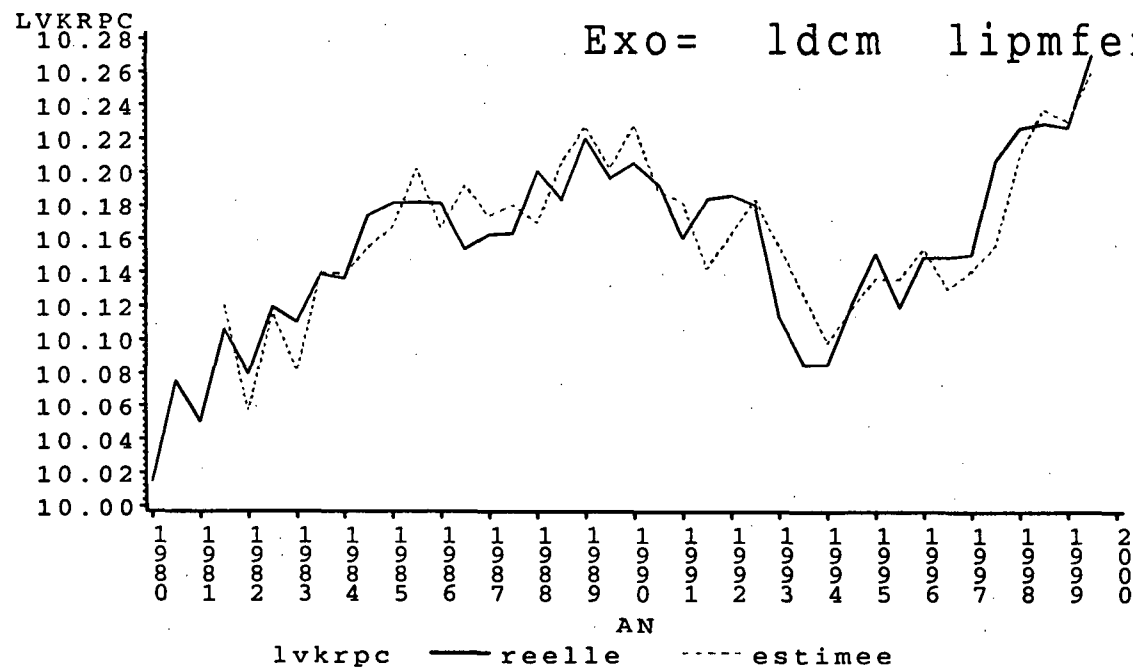
## Taux d'evolution en rythme 2

DATE	PAER	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
JAN1998	873.46	3.92	873.00	4.16	3.87	0.45564	0.05219
JUL1998	981.77	4.55	978.75	3.77	4.23	3.01503	0.30805
JAN1999	909.52	4.13	907.89	4.00	3.94	1.62233	0.17869
JUL1999	1023.65	4.27	1015.6	3.76	4.44	8.07777	0.79539

## Ecart

# MODELE : Endo=lvkrpc

Exo= ldcm lipmfer licar1



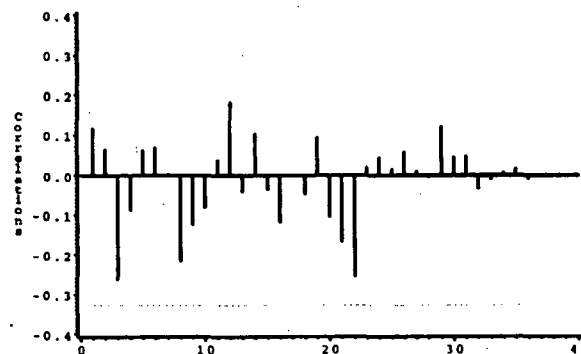
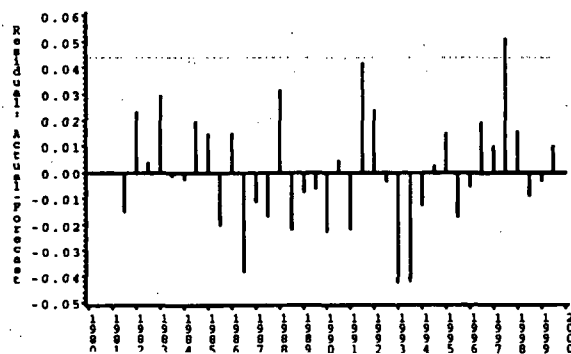
## Coefficients

## Statistiques

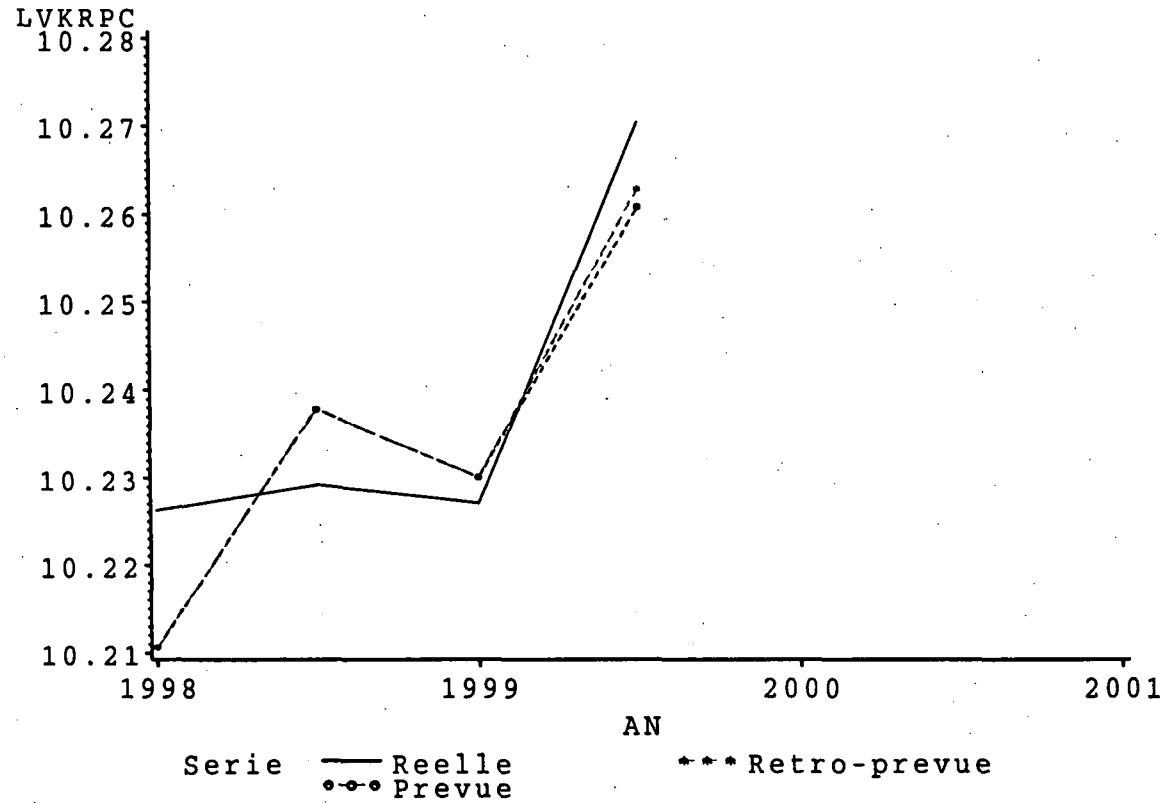
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO	_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
MU0	-0.00386	0.01019	-0.37850	AIC	-164.725	2	40
MA2	0.40457	0.21668	1.86709	SBC	-153.449	.	.
AR1	0.67827	0.17478	3.88068	LOGLIK	89.363	.	.
LDCMO	1.30172	0.44972	2.89451	SSE	0.017	.	.
LIPMFER0	-0.38663	0.24863	-1.55501	R2	0.595	.	.
LIPMFER1	0.39651	0.23139	1.71360	SIGMARES	0.022	.	.
LICAR10	0.17834	0.09160	1.94703	VARRES	0.000	.	.
				MAPRE_R	1.738	.	.
				MAPRE_E	1.740	.	.

## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELDCM	1.30172	1.30172	1.30172
ELIPMFER	-0.58488	-0.78313	-0.78313
ELICAR1	0.17834	0.17834	0.17834



# ESTIMATION et PREVISIONS



## Residus trop forts

DATE	VKRPC	ESTIMEE	ECART
JUL1997	27096	25750	1346.0

## Taux d'evolution annuelle

DATE	VKRPC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	55320	4.95	55133	7.85	4.59
1999	56512	2.15	56320	2.15	1.81

TDCM	TIPMFER	TICARI
3.43	1.92	-4.54
2.20	1.51	4.12

## Taux d'evolution en rythme 2

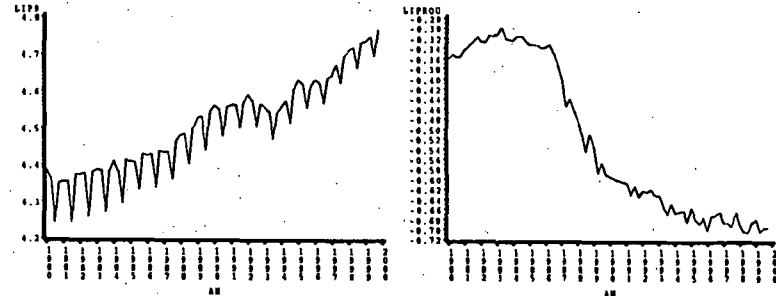
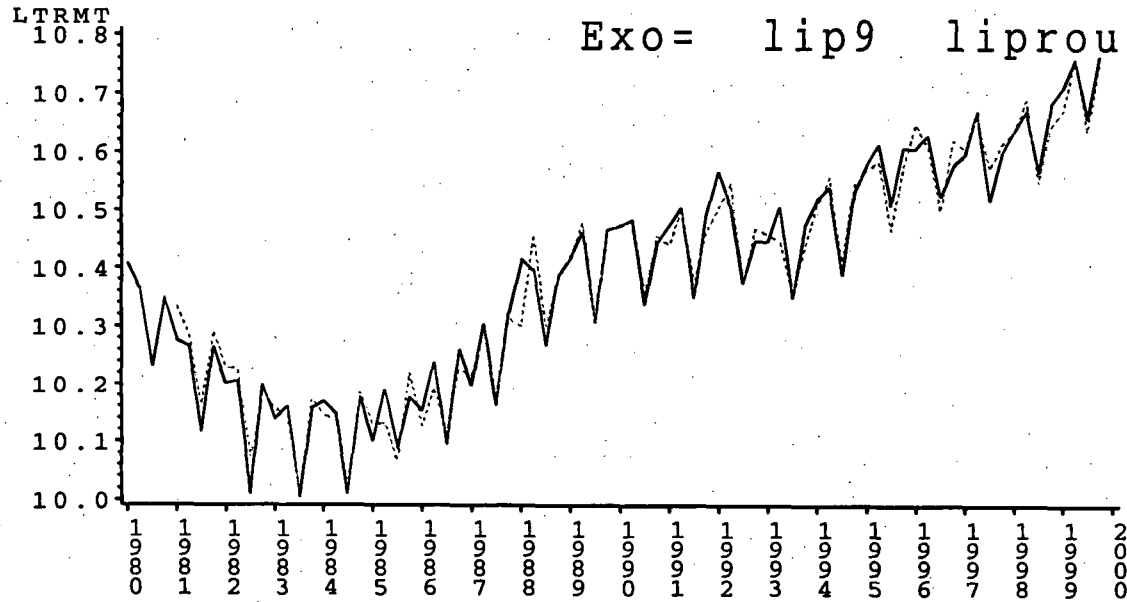
DATE	VKRPC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
JAN1998	27618.6	7.82	27191	7.18	6.15	427.610	1.57262
JUL1998	27701.1	2.23	27942	8.51	6.12	-241.036	-0.86284
JAN1999	27642.4	0.09	27727	1.97	7.39	-84.538	-0.30489
JUL1999	28869.3	4.22	28593	2.33	6.22	276.391	0.96664

## Ecart

# MODELE :

Endo=ltrmt

Exo= lip9 liprou



AN  
ltrmt — reelle - - - - - estimee

## Coefficients

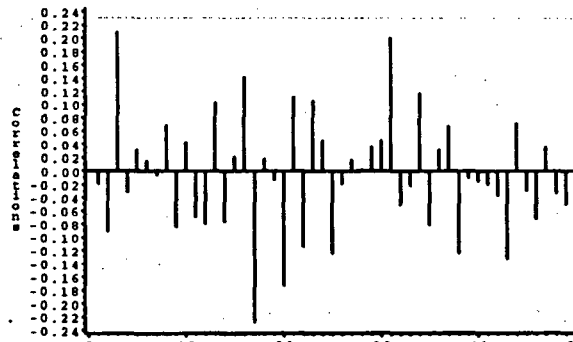
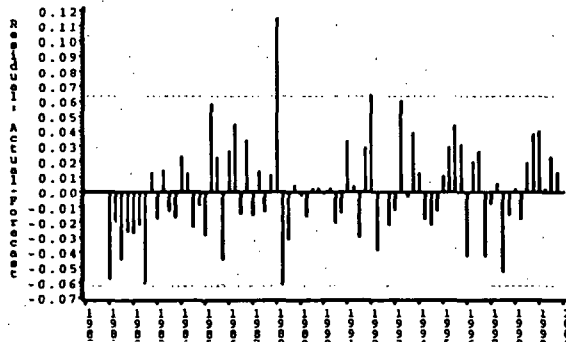
PARAM	VALUE	STD	T_RATIO
MU0	-0.01919	0.01299	-1.47787
MA4	0.64471	0.10914	5.90723
AR1	0.69511	0.12169	5.71190
AR2	0.19192	0.11734	1.63555
LIP90	1.44090	0.27391	5.26050
LIPROU0	-0.50179	0.19927	-2.51808

## Statistiques

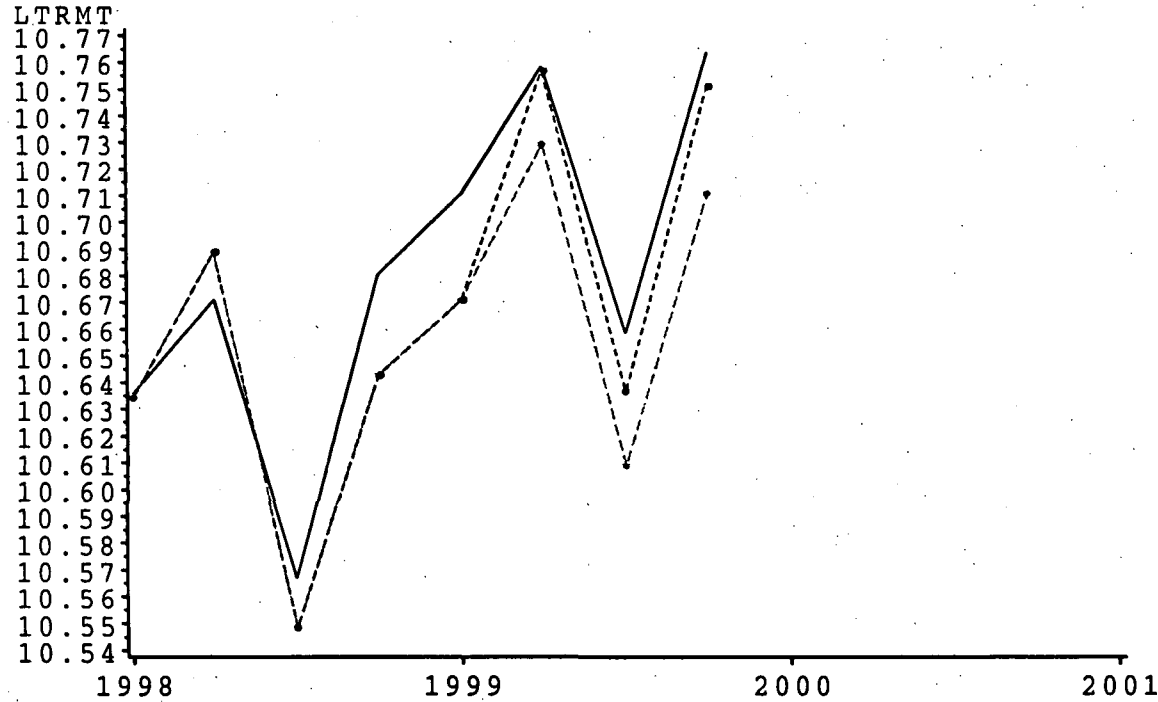
STAT	VALUE	FILTRE	NOBS
AIC	-300.051	4	80
SBC	-286.066		
LOGLIK	156.025		
SSE	0.071		
R2	0.745		
SIGMARES	0.031		
VARRES	0.001		
MAPRE_R	2.437		
MAPRE_E	2.450		

## Elasticites

NAME	1980	1989	1999
ELIP9	1.44090	1.44090	1.44090
ELIPROU	-0.50179	-0.50179	-0.50179



# ESTIMATION et PREVISIONS



## Residus trop forts

DATE	TRMT	ESTIMEE	ECART
1992:1	38835	36431	2403.6

## Taux d'evolution annuelle

DATE	TRMT	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	167020	4.24	165404	1.51	3.23
1999	181727	8.81	178391	7.85	6.81

TIP9	TIPROU
4.83	-1.39
2.98	0.29

Serie — Reelle  
 ••• Prevue

## Taux d'evolution en rythme 4

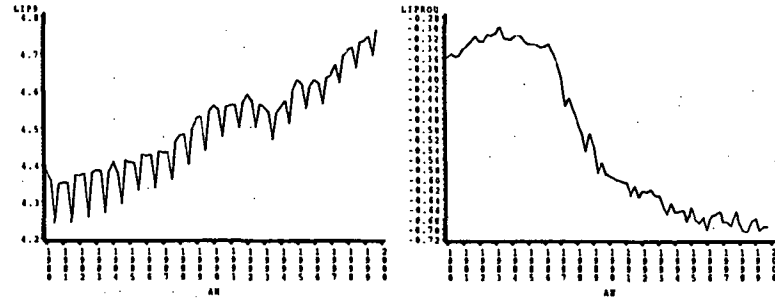
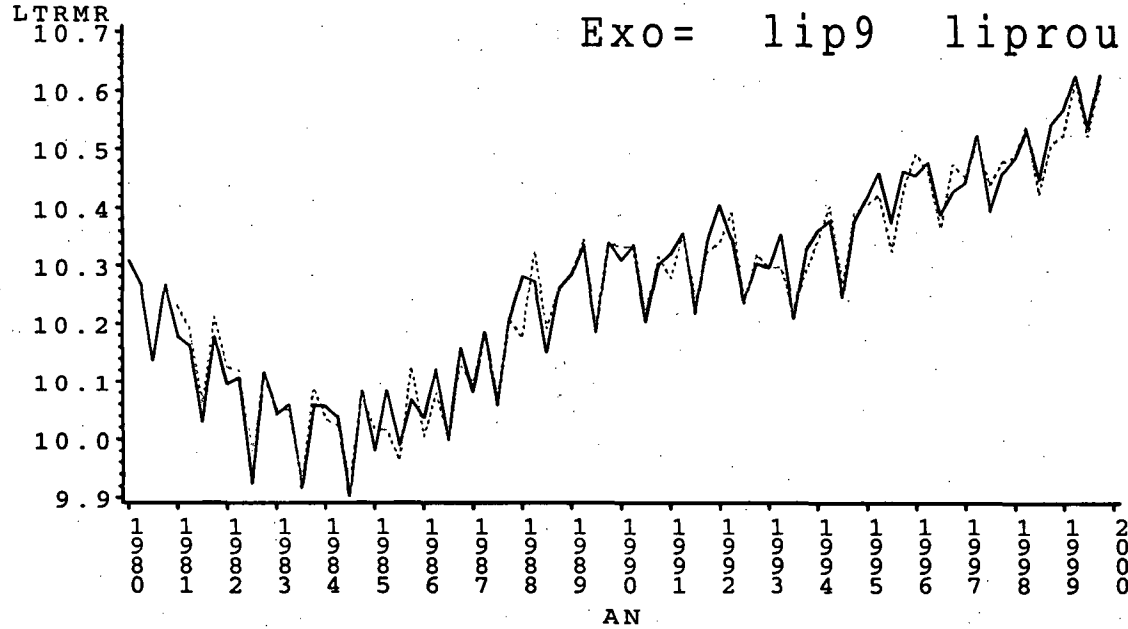
DATE	TRMT	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
1999:1	41597.0	3.73	41526	2.77	3.56	71.10	0.17122
1999:2	43300.0	0.13	43386	.44	1.99	-774.72	-1.76616
1999:3	43830.0	0.93	43811	.31	0.00	715.77	1.87589
1999:4	44440.0	1.51	44411	.95	0.00	1604.38	4.00999
1999:1	44440.0	0.00	44433	.76	0.00	1739.33	4.00999
1999:2	47000.0	1.15	47000	.06	0.00	723.33	0.00000
1999:3	42777.0	1.64	42777	.24	0.00	935.13	2.20500
1999:4	47289.0	0.71	47289	.47	0.00	589.27	1.26182

## Ecart

# MODELE :

Endo=ltrmr

Exo= lip9 liprou



AN ltrmr — reelle - - - - - estimee

## Coefficients

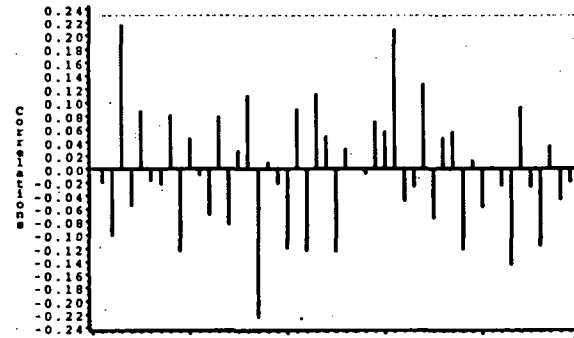
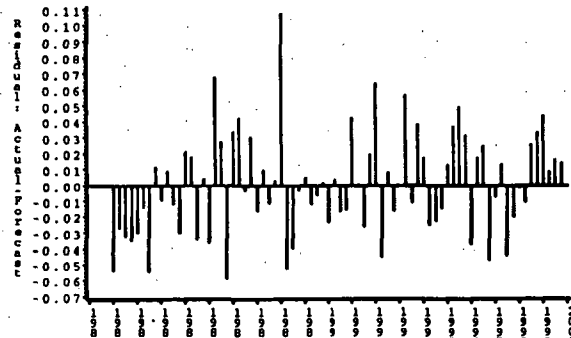
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
MU0	-0.02167	0.01366	-1.58686
MA4	0.65688	0.10834	6.06340
AR1	0.68186	0.12077	5.64577
AR2	0.21430	0.11678	1.83505
LIP90	1.45760	0.27593	5.28248
LIPROU	-0.49340	0.20217	-2.44059

## Statistiques

_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-298.072	4	80
SBC	-284.088		
LOGLIK	155.036		
SSE	0.073		
R2	0.735		
SIGMARES	0.032		
VARRES	0.001		
MAPRE_R	2.495		
MAPRE_E	2.507		

## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELIP9	1.45760	1.45760	1.45760
ELIPROU	-0.49340	-0.49340	-0.49340

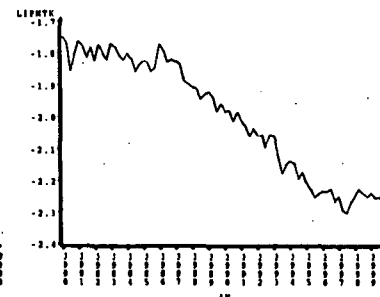
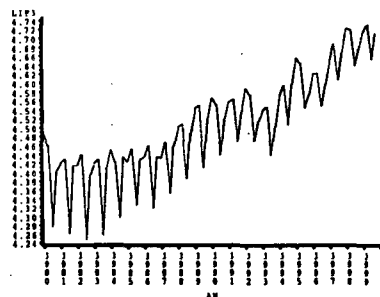
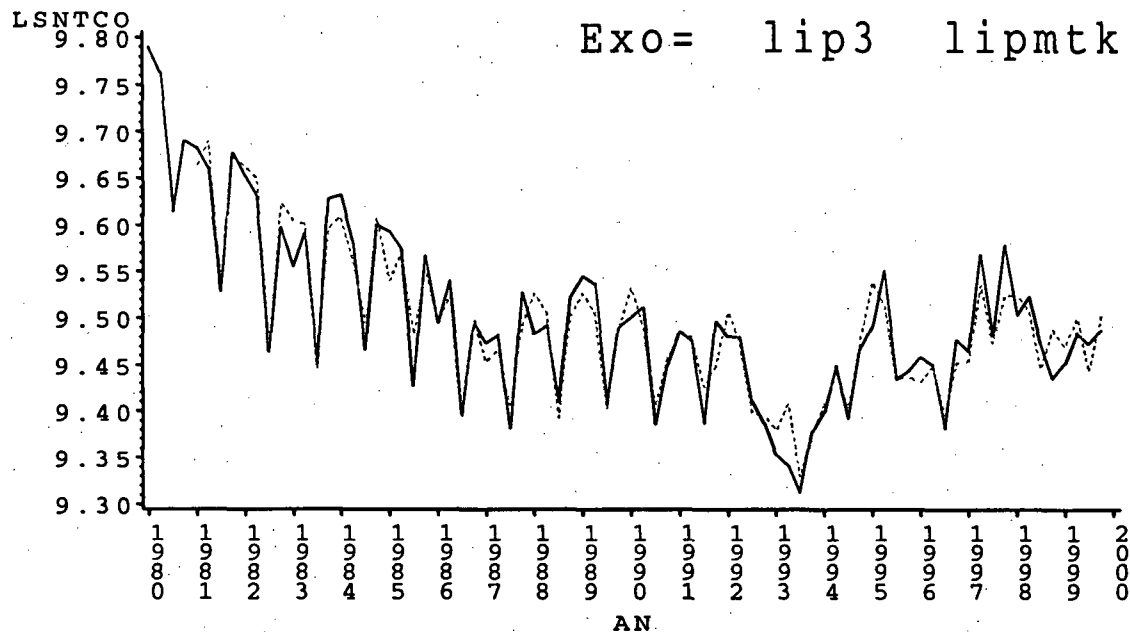




# MODELE :

Endo=lsntco

Exo= lip3 lipmtk liprou



lsntco — reelle - - - - - estimee

## Coefficients

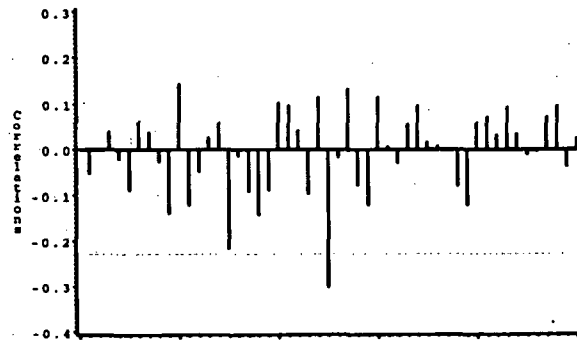
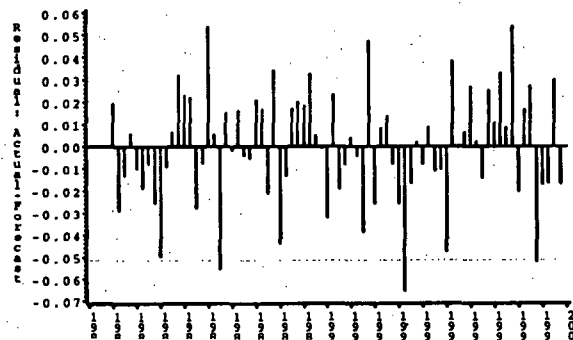
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
MU0	-0.04073	0.002199	-18.5213
MA4	0.86780	0.092789	9.3524
LIP30	1.55383	0.086045	18.0583
LIPMTK0	-0.49882	0.066903	-7.4559
LIPROU0	0.43381	0.057240	7.5789

## Statistiques

_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-331.791	4	80
SBC	-320.137		
LOGLIK	170.895		
SSE	0.046		
R2	0.826		
SIGMARES	0.025		
VARRES	0.001		
MAPRE_R	2.035		
MAPRE_B	2.028		

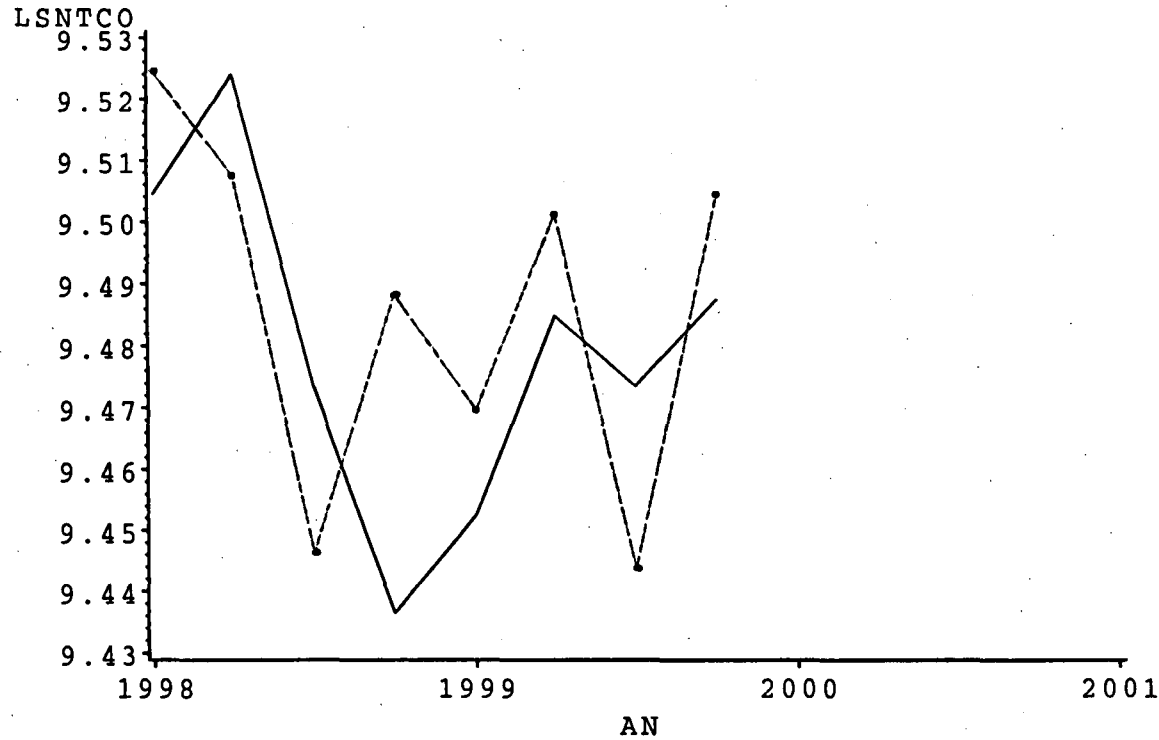
## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELIP3	1.55383	1.55383	1.55383
ELIPMTK	-0.49882	-0.49882	-0.49882
ELIPROU	0.43381	0.43381	0.43381





# ESTIMATION et PREVISIONS



## Residus trop forts

DATE	SNTCO	ESTIMEE	ECART
1993:2	11411	12183	-772.0
1997:4	14460	13703	756.90
1998:4	12539	13206	-666.6

## Taux d'evolution annuelle

DATE	SNTCO	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	52653	-3.95	53022	-0.61	-3.27
1999	52112	-1.03	52394	-1.18	-0.49

TIP3	TIPMTK	TIPROU
3.65	3.78	-1.39
1.43	-1.29	0.29

## Taux d'evolution en rythme 4

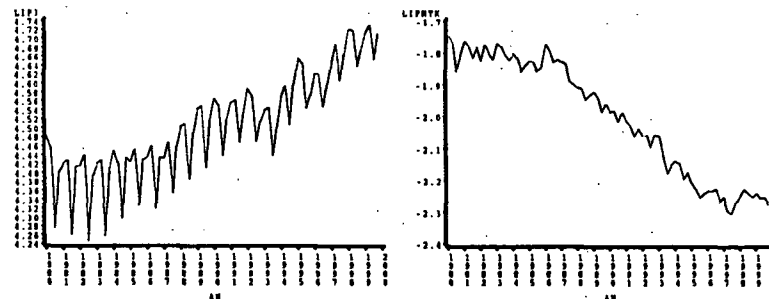
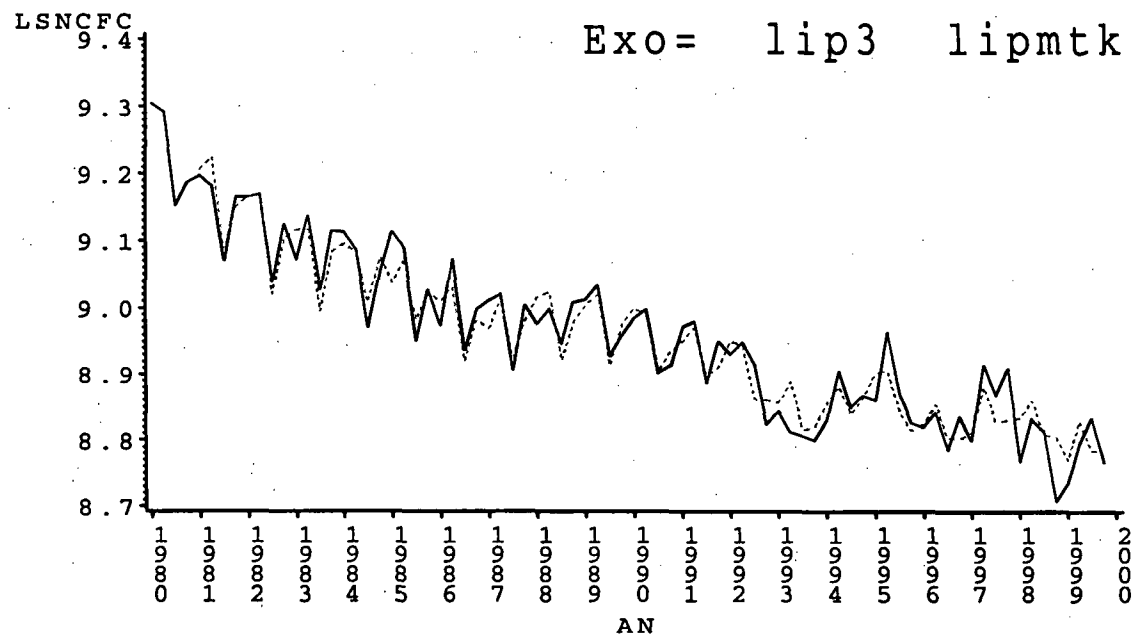
DATE	SNTCO	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
1999:1	13420.0	3.96	13691	7.21	6.06	-271.141	-1.98041
1999:2	13684.0	-4.41	13462	2.82	9.7	221.955	1.64874
1999:3	13010.0	0.93	12663	2.76	5.7	347.011	2.74033
1999:4	12539.0	-1.08	12206	6.33	6.7	-666.632	-5.04809
1999:1	12741.0	0.28	12962	3.33	4.2	-220.704	-1.70274
1999:2	13161.0	0.82	13379	6.2	2.3	-217.547	-1.62609
1999:3	13013.0	0.02	12631	2.5	9.1	382.225	3.02614
1999:4	13197.0	5.25	13422	6.4	7.05	-225.437	-1.67992

## Ecart

# MODELE :

Endo=lsncfc

Exo= lip3 lipmtk



lsncfc — reelle - - - - - estimee

## Coefficients

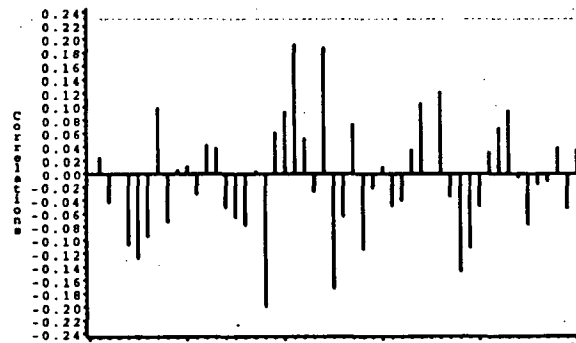
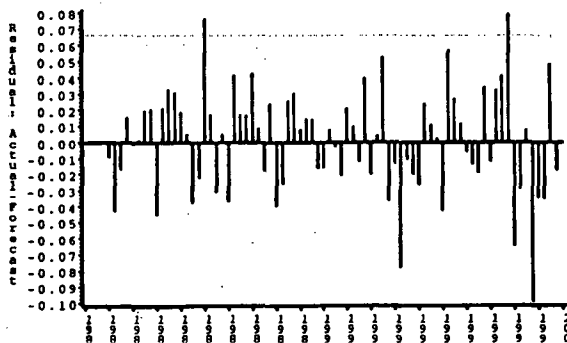
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
MU0	-0.04287	0.00281	-15.2467
MA4	0.81925	0.11278	7.2640
LIP30	0.92377	0.11235	8.2224
LIPMTK0	-0.20410	0.08167	-2.4992

## Statistiques

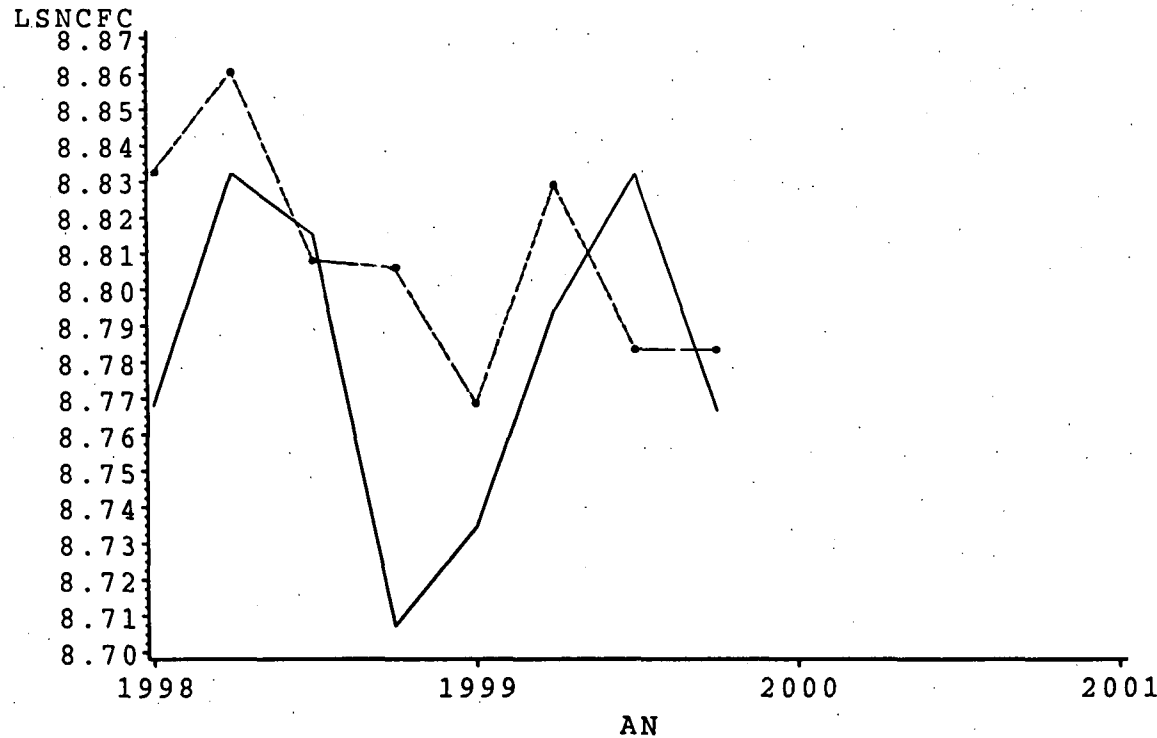
_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-296.069	4	80
SBC	-286.746	.	.
LOGLIK	152.035	.	.
SSE	0.077	.	.
R2	0.662	.	.
SIGMARES	0.032	.	.
VARRES	0.001	.	.
MAPRE_R	2.582	.	.
MAPRE_E	2.580	.	.

## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELIP3	0.92377	0.92377	0.92377
ELIPMTK	-0.20410	-0.20410	-0.20410



# ESTIMATION et PREVISIONS



Serie — Reelle  
 ••• Prevue  
 \*\*\* Retro-prevue

## Residus trop forts

DATE	SNCFC	ESTIMEE	ECART
1993:2	6714.0	7253.3	-539.3
1997:4	7400.0	6836.1	563.93
1998:4	6047.0	6676.0	-629.0

## Taux d'evolution annuelle

DATE	SNCFC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	26062	-8.82	27266	-1.09	-4.60
1999	26085	0.09	26318	-3.48	0.98

TIP3	TIPMTK
3.65	3.78
1.43	-1.29

## Taux d'evolution en rythme 4

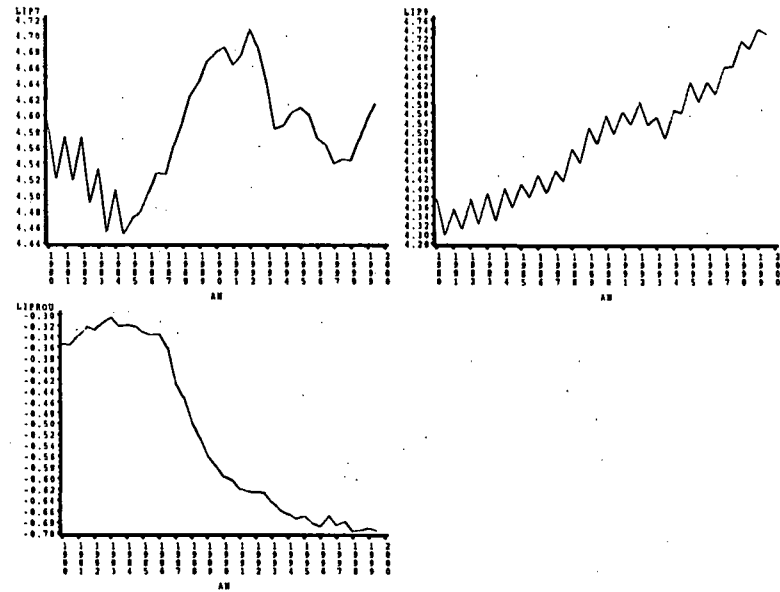
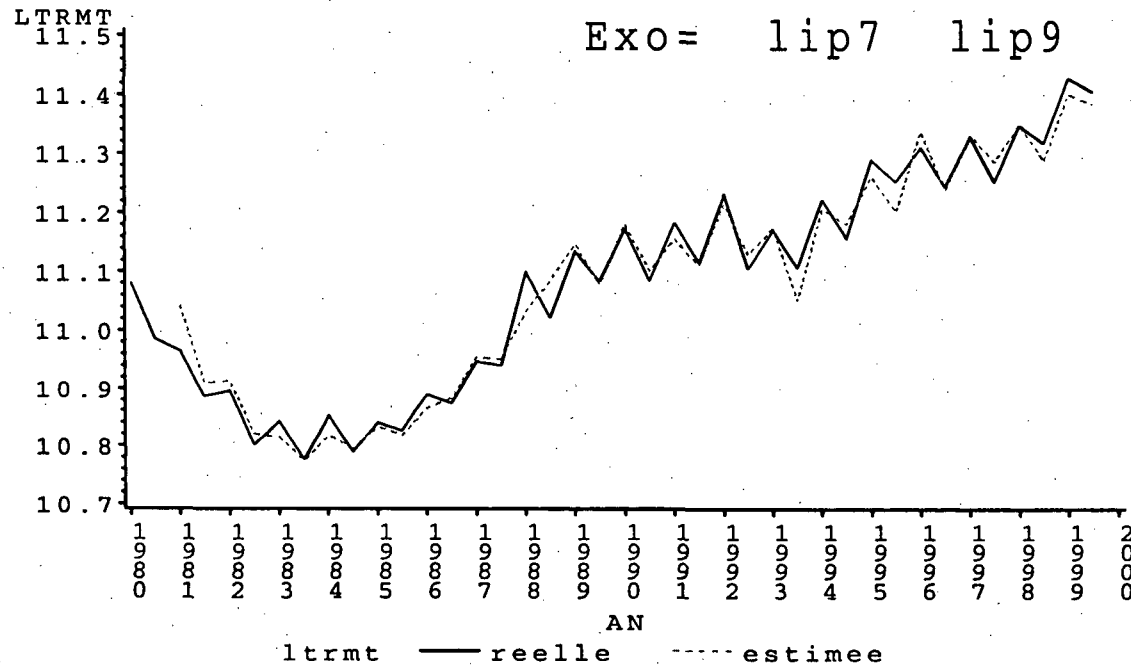
DATE	SNCFC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
1998:1	64226.00	-3.12	6853.0	-2.16	3.32	-427.033	-6.23130
1998:2	68551.00	-7.90	70488.7	-1.12	5.25	-197.633	-2.80453
1998:3	67338.00	-5.23	66688.6	-1.95	5.93	49.415	0.73888
1998:4	6047.00	-18.28	6676.0	-2.34	9.78	-628.979	-9.42152
1999:1	6215.00	-3.28	6430.5	-6.17	0.07	-215.575	-3.35130
1999:2	6600.00	-3.66	6831.6	-3.08	0.28	-231.638	-3.39067
1999:3	6851.00	1.68	6528.2	-2.40	0.11	322.832	4.94521
1999:4	6419.00	6.15	6527.6	-2.22	7.95	-108.636	-1.66425

## Ecart

# MODELE :

Endo=ltrmt

Exo= lip7 lip9 liprou



## Coefficients

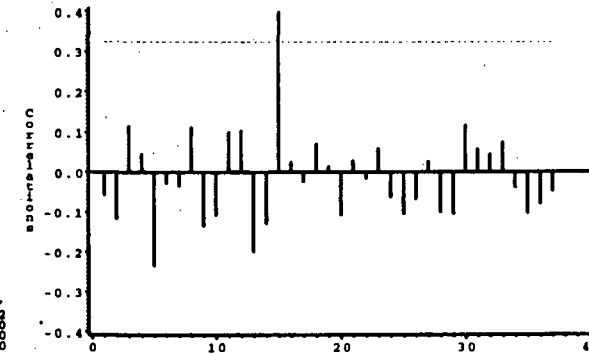
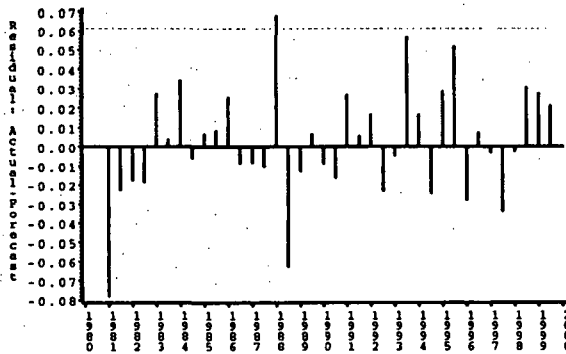
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
MUO	-0.00723	0.02080	-0.34749
MA2	0.41563	0.20168	2.06078
AR1	0.86084	0.11343	7.58925
LIP70	0.44002	0.23139	1.90167
LIP90	0.60024	0.39889	1.50479
LIPROU	-0.60868	0.29869	-2.03784

## Statistiques

_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-152.094	2	40
SBC	-142.269		
LOGLIK	82.047		
SSE	0.029		
R2	0.732		
SIGMARES	0.029		
VARRES	0.001		
MAPRE_R	2.236		
MAPRE_E	2.243		

## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELIP7	0.44002	0.44002	0.44002
ELIP9	0.60024	0.60024	0.60024
ELIPROU	-0.60868	-0.60868	-0.60868





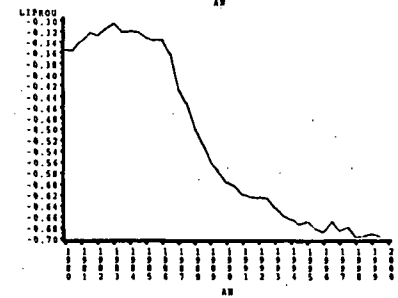
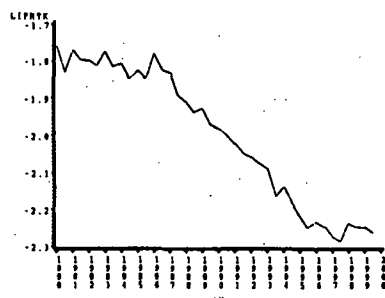
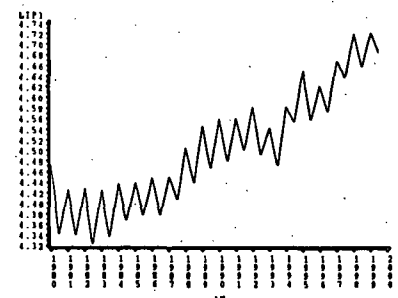
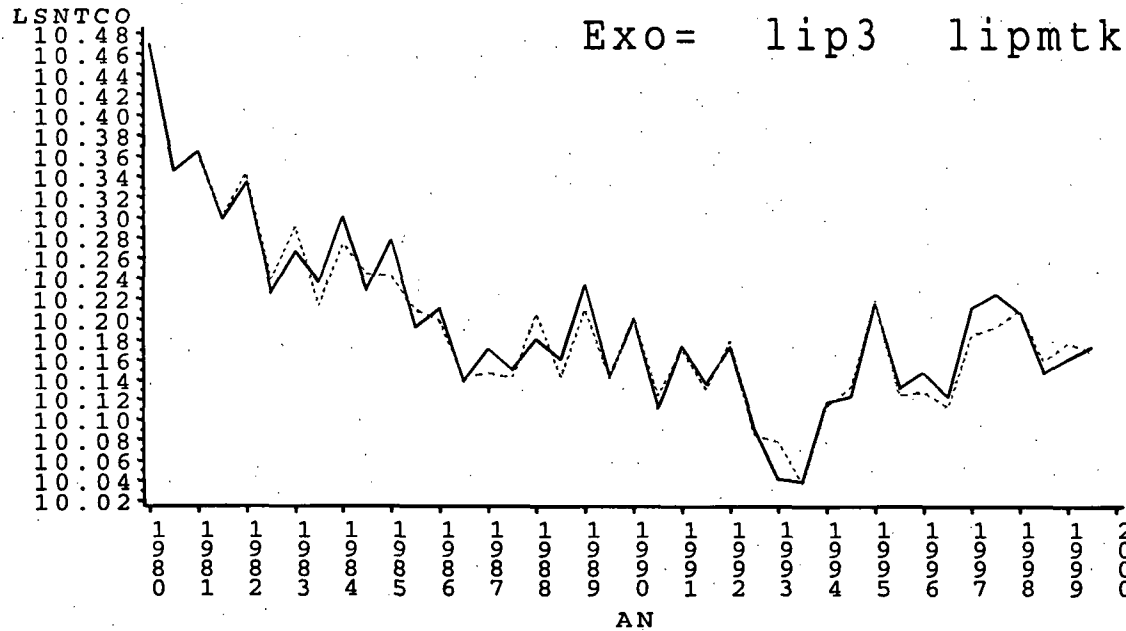




# MODELE :

Endo=lsntco

Exo= lip3 lipmtk liprou



lsntco — reelle - - - - - estimee

## Coefficients

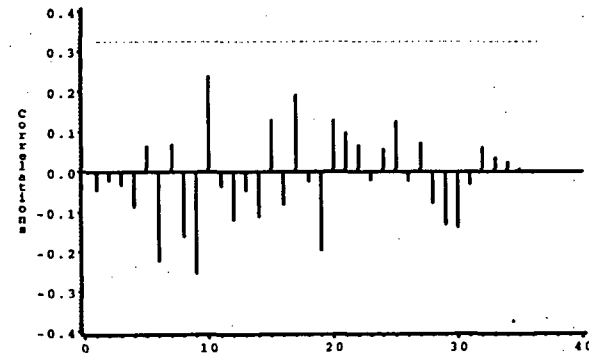
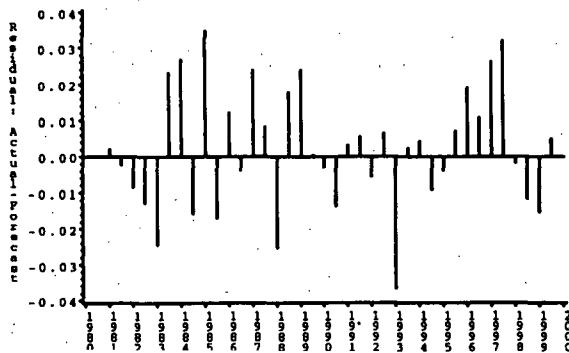
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
NU0	-0.04219	0.002049	-20.5901
MA2	0.99995	0.000000	
LIP30	1.65397	0.086100	19.2100
LIPMTK0	-0.46715	0.063079	-7.4057
LIPROU0	0.41939	0.052660	7.9642

## Statistiques

_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-192.497	2	40
SBC	-184.309		
LOGLIK	101.249		
SSE	0.009		
R2	0.905		
SIGMARES	0.017		
VARRES	0.000		
MAPRE_R	1.324		
MAPRE_E	1.330		

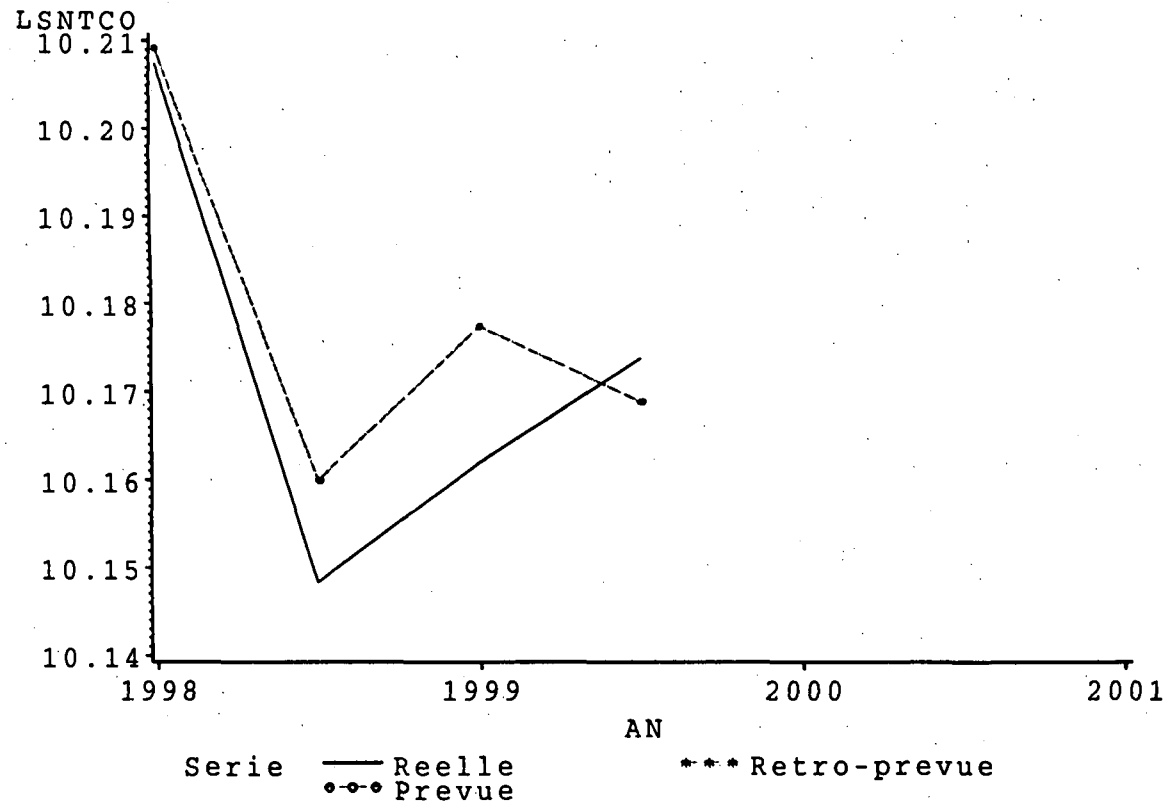
## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELIP3	1.65397	1.65397	1.65397
ELIPMTK	-0.46715	-0.46715	-0.46715
ELIPROU	0.41939	0.41939	0.41939





# ESTIMATION et PREVISIONS



## Residus trop forts

DATE	SNTCO	ESTIMEE	ECART
JAN1993	22956	23815	-858.9

## Taux d'evolution annuelle

DATE	SNTCO	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	52653	-3.95	52999	-0.45	-3.32
1999	52112	-1.03	52383	-1.16	-0.51

TIP3	TIPMTK	TIPROU
3.65	3.78	-1.39
1.43	-1.29	0.29

## Taux d'evolution en rythme 2

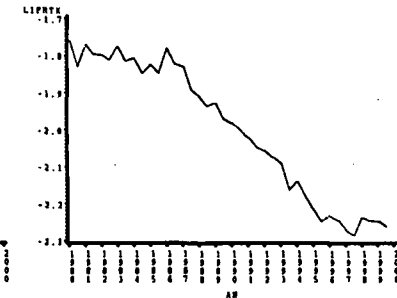
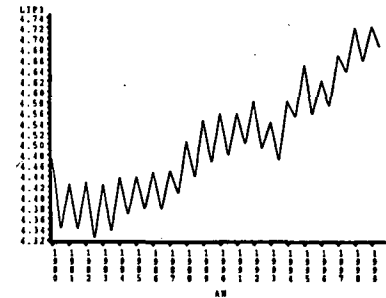
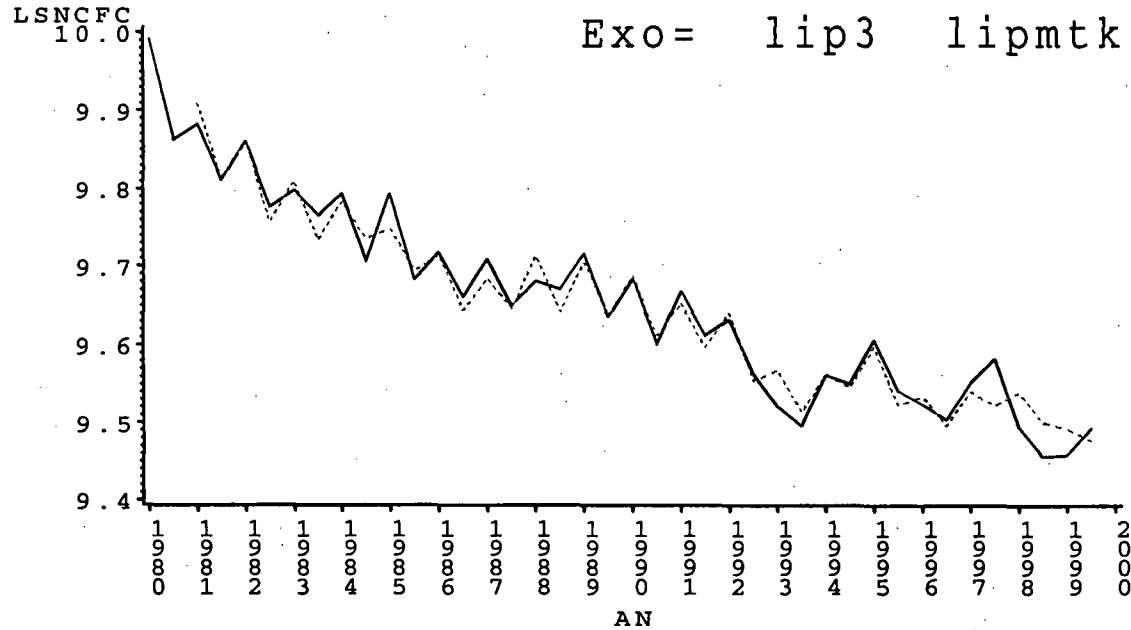
DATE	SNTCO	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
JAN1998	27104.0	-0.44	27151	2.39	-0.27	-47.143	-0.17363
JUL1998	25549.0	-7.40	25848	-3.27	-0.32	-298.601	-1.15524
JAN1999	25902.0	-4.43	26302	-3.13	-0.96	-400.315	-1.52198
JUL1999	26210.0	2.59	26081	0.90	2.08	128.950	0.49442

## Ecart

# MODELE :

Endo=lsncfc

Exo= lip3 lipmtk



lsncfc — reelle - - - - - estimee

## Coefficients

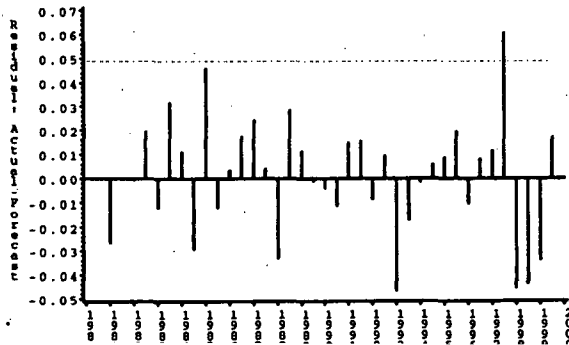
PARAM	_VALUE_	_STD_	T_RATIO
MUO	-0.04273	0.00314	-13.6175
MA2	0.81331	0.16943	4.8004
LIP30	0.90414	0.13160	6.8704
LIPMTK0	-0.21316	0.09214	-2.3135

## Statistiques

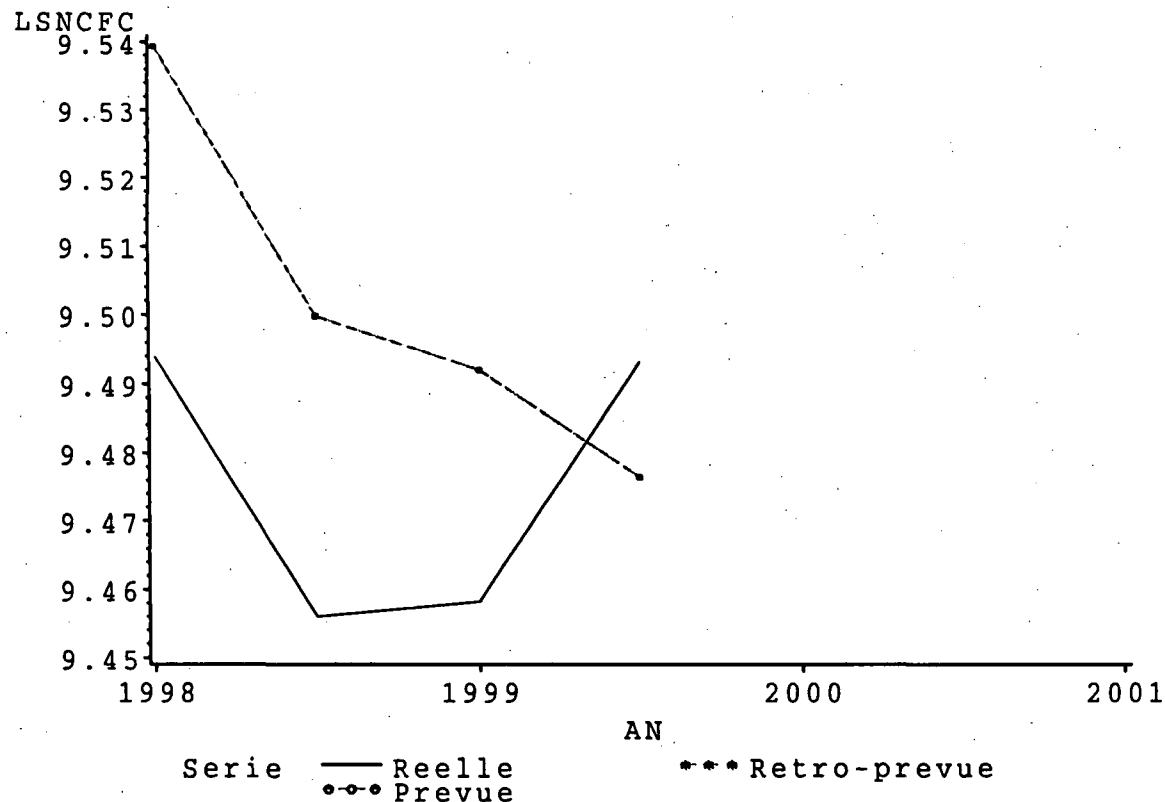
_STAT_	_VALUE_	FILTRE	NOBS
AIC	-167.722	2	40
SBC	-161.172		
LOGLIK	87.861		
SSE	0.021		
R2	0.734		
SIGMARES	0.024		
VARRES	0.001		
MAPRE_R	1.842		
MAPRE_E	1.841		

## Elasticites

_NAME_	_1980	_1989	_1999
ELIP3	0.90414	0.90414	0.90414
ELIPMTK	-0.21316	-0.21316	-0.21316



# ESTIMATION et PREVISIONS



## Residus trop forts

DATE	SNCFC	ESTIMEE	ECART
JUL1997	14510	13656	853.74

## Taux d'evolution annuelle

DATE	SNCFC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR
1998	26062	-8.82	27254	-1.15	-4.65
1999	26085	0.09	26305	-3.48	0.93

TIP3	TIPMTK
3.65	3.78
1.43	-1.29

## Taux d'evolution en rythme 2

DATE	SNCFC	TXR	ESTIMEE	TXF	TXFR	ABSOLU	RELATIF
JAN1998	13277.0	-5.65	13896	-0.13	-1.25	-619.205	-4.45593
JUL1998	12785.0	-11.89	13358	-2.18	-7.94	-572.832	-4.28879
JAN1999	12815.0	-3.48	13255	-4.62	-1.17	-439.553	-3.31624
JUL1999	13270.0	3.79	13050	-2.30	2.08	219.603	1.68273

## Ecart

**INRETS/RE-01-020-FR**