



## COMPORTEMENT D'INVESTISSEMENT ROUTIER

Patrice MAIRE\*

**Le SES a engagé le développement d'analyse des effets macro-économiques de mesures relatives aux secteurs du logement et des transports par rapport au fonctionnement général de l'économie en utilisant un modèle dérivé du modèle MicroDMS<sup>1</sup>. Un tel bouclage macro-économique n'ayant encore jamais été réalisé jusqu'à présent, une première étape a consisté à estimer des équations comportementales adaptées au secteur. La fonction d'investissement en infrastructures routières est celle à laquelle on s'est intéressé en premier.**

La réalisation de nouvelles infrastructures routières répond a priori à plusieurs objectifs : satisfaire la demande et éviter la congestion, assurer une bonne desserte de l'ensemble du territoire. A court terme interviennent des considérations conjoncturelles mais, à long terme, l'Etat et les collectivités locales recherchent l'adaptation des infrastructures au trafic et à l'évolution de l'économie. Pour tester ce comportement de long terme, une première tentative de modélisation des investissements en infrastructures avait été menée en 1993 par l'OEST. Mais la spécification retenue, de la forme  $I = f(\text{DPIB}_{-2}, I_{-1})$ , où  $I$  est l'investissement en infrastructures et DPIB la variation du PIB, ne tenait pas compte de l'évolution du stock d'infrastructures.

La nouvelle modélisation ici proposée est basée sur l'hypothèse d'un ajustement progressif du stock d'infrastructures à une cible. Cette formulation conduit à de meilleurs ajustements. Elle apporte des enseignements intéressants sur le comportement d'investissement en infrastructures routières.

### Le champ retenu

Le champ de l'étude regroupe l'ensemble des autoroutes, routes et voies urbaines nationales et locales (départementales et communales), réparties en autoroutes et reste du réseau<sup>2</sup>. Cette distinction se justifie par :

- la nature différente des agents qui réalisent ces investissements, « sociétés » au sens de la comptabilité nationale pour l'essentiel des autoroutes, « administrations publiques » pour les routes ;
- des comportements différents (en particulier les taux d'intérêt ne jouent pas le même rôle).

### La série de capital d'infrastructures

Pour réaliser cet exercice, il est nécessaire de disposer d'une série de capital d'infrastructures. Son évaluation est assez sensible aux hypothèses retenues pour la durée de vie des ouvrages, qui peuvent être contrastées, en particulier pour les travaux de terrassement<sup>3</sup>. De plus, l'estimation de son rythme de croissance depuis les années soixante-dix est très dépendante de l'hypothèse retenue pour les investissements réalisés au cours des années antérieures à 1953. On a retenu ici les hypothèses médianes d'une étude de l'OEST datant de

\* Travail réalisé avec la collaboration de Aurélie Pachomoff, stagiaire de l'université de Panthéon-Sorbonne Paris I.

<sup>1</sup> Voir le livre de Jean-Louis Brillet : « Modélisation économétrique : principes et techniques ».

<sup>2</sup> La série relative aux autoroutes regroupe l'ensemble des investissements de ce type jusqu'en 1980. De 1981 à 1996, seuls les investissements sur les autoroutes concédées ont été ajoutés aux investissements antérieurs dans le calcul du stock d'infrastructures. Les concessions sont à l'origine de la quasi totalité des infrastructures accumulées de 1966 à 1991. Les infrastructures directement gérées par l'Etat ont peu augmenté durant cette période. L'investissement sous maîtrise d'ouvrage d'Etat reprend de l'ampleur à partir de 1992, en période de récession, dans le but de soutenir l'activité économique. Il répond à une logique qui n'est pas celle que nous avons modélisée.

<sup>3</sup> Voir l'étude réalisée par François JEGER dans le n° 125 des Notes de synthèse : « La mesure du capital d'infrastructures routières et de son usure ».

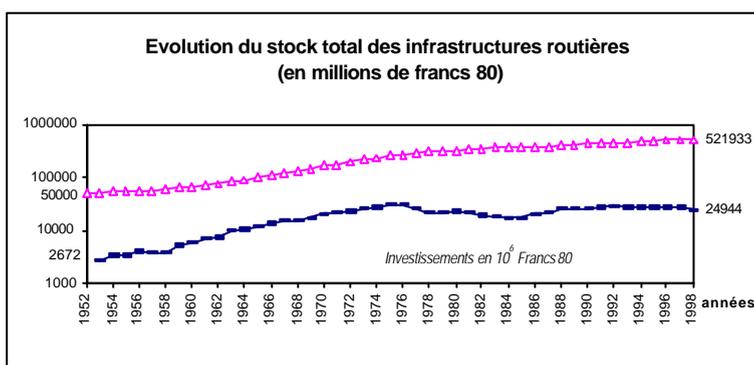


## MODÈLE

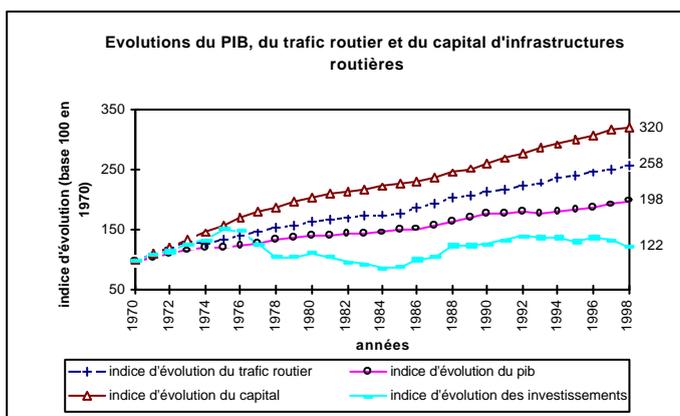
1993<sup>4</sup>, pour le taux de dépréciation du stock de capital comme pour la valeur en 1953 du capital d'infrastructures du réseau routier traditionnel.

Années	Montant du capital net et de l'investissement, en milliards de francs 1980			
	Autoroutes		Ensemble du réseau routier hors autoroutes	
	Investissements	Capital net	Investissements	Capital net
1953	0,1	0,1	2,5	50,7
1960	0,3	1,9	5,9	65,0
1970	3,7	25,7	16,8	137,1
1980	5,2	71,0	17,5	259,7
1990	5,7	93,3	20,3	330,0
1998	6,9	134,8	18,1	387,1

Cette estimation du capital routier et autoroutier en 1998, de 522 milliards de francs 1980 soit 1142 milliards de francs 1998, est tout à fait cohérente avec la fourchette de 950 à 1375 milliards de francs 1998 proposée par François JEGER.



La croissance des investissements routiers a été deux à trois fois plus forte que celle du PIB entre 1953 et 1975<sup>5</sup>. Une première augmentation de 70 %, de 1958 à 1960, est liée à l'adoption d'une nouvelle norme en matière de résistance au gel. Une nouvelle hausse de 70 % est observée entre 1965 et 1970, l'Etat voulant résoudre les graves problèmes de congestion dus au développement de l'automobile. Compte tenu de leur longue durée de vie, les investissements annuels ne représentent qu'une faible partie du stock de capital : celui-ci n'est donc que peu affecté, à court terme, par les variations de niveau des investissements. La tendance à la hausse du capital d'infrastructures se poursuit, en dépit d'une baisse de l'investissement entre 1976 et 1986. Le stock de capital passe ainsi de 163 milliards de francs en 1970 à 259 milliards de francs en 1975 et 522 milliards de francs en 1998 (en francs constants 1980<sup>6</sup>).



<sup>4</sup> Celle-ci figure dans le n° 78 de mars 1994 des Notes de synthèse. Nous avons retenu ici des durées de vie moyennes qui se situent au milieu de la fourchette des hypothèses haute et basse de l'OEST. Par ailleurs, pour les investissements réalisés antérieurement à 1953, nous avons retenu une hypothèse proche de celle de François JEGER, à savoir près de deux milliards de francs d'investissement réalisés chaque année, de 1880 à 1952, sur le réseau hors autoroutes.

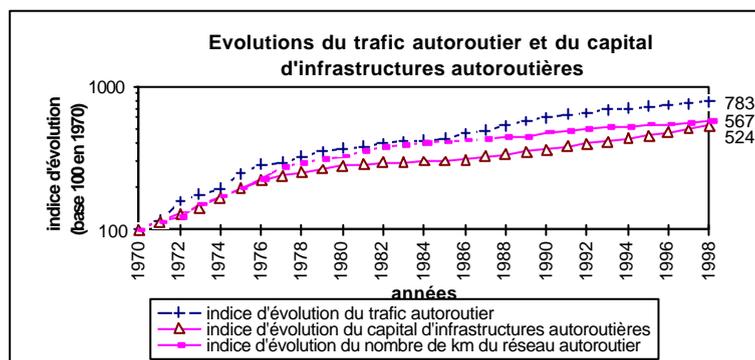
<sup>5</sup> Le niveau de 1953 était très bas, celui de 1975 très élevé.

<sup>6</sup> Le déflateur utilisé est le coût de la construction jusqu'en 1974, puis l'indice de prix tous secteurs en Génie civil de 1975 à 1999.

## MODÈLE

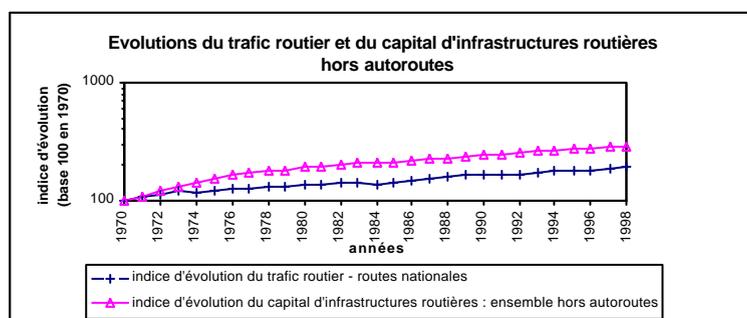
### Trafic et capital d'infrastructures des autoroutes

Entre 1970 et 1998, le trafic a été multiplié par 7,8 sur les autoroutes alors que le stock de capital y a été multiplié par 5,2. Le maillage du réseau autoroutier lui a donné toute son efficacité. L'enquête « statistiques-accidents » du Setra confirme cette tendance à la hausse du rendement du réseau : la densité du trafic (ratio : parcours / kilomètre d'infrastructure existante) y progresse d'environ 50 %. On note cependant que le poids des autoroutes dans l'ensemble des infrastructures routières (y compris hors autoroutes) est supérieur à leur poids dans le trafic total<sup>7</sup>.



### Trafic et capital d'infrastructures du réseau hors autoroutes

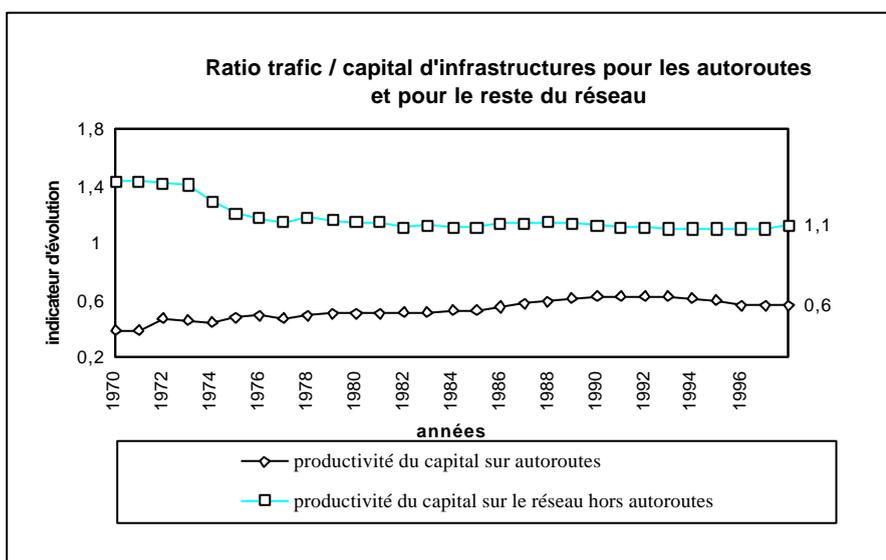
La mesure du capital d'infrastructures dépend des hypothèses retenues, notamment celles relatives aux investissements des années antérieures à 1953 et aux durées de vie des composantes des infrastructures. Dans l'hypothèse où, d'une part, le capital d'infrastructures aurait été égal à 50 milliards de francs en 1952 et, d'autre part, le taux de déclassement serait resté égal à 3,6 % sur toute la période, le capital d'infrastructures sur le réseau hors autoroutes aurait été multiplié par 2,8 sur la période 1970-1998. Dans les années soixante-dix, sa progression est très supérieure à celle du trafic, l'investissement se maintenant à un niveau élevé. Il en résulte une suraccumulation par rapport à la croissance du trafic qui ne se résorbera pas au cours des années quatre-vingt et quatre-vingt-dix. L'explication la plus plausible réside dans le renforcement progressif des normes en matière de qualité et de sécurité des infrastructures. Pour les routes nationales, celles-ci ont eu tendance à se rapprocher de références autoroutières. Mais le capital d'infrastructures des collectivités locales, qui est deux à trois fois plus important, a pareillement augmenté. Cela est dû en partie à l'urbanisation croissante et aux problèmes de congestion que cela a entraîné dans les agglomérations ; un gros effort y a été consacré, notamment du fait de la périurbanisation, avec des voiries nouvelles pour les zones créées mais aussi des rocades destinées à dévier du centre-ville le trafic de transit dont le coût au kilomètre est très élevé. D'une manière générale, on observe que la partie non concédée du réseau routier s'est fortement améliorée sur le plan du confort (qualité des revêtements des chaussées, bordures), de la sécurité (ronds-points, feux tricolores) et de la vitesse (doublement des voies sur certaines routes). On peut aussi remarquer que sont apparus de nouveaux types de travaux de voirie comme les zones piétonnes, la mise en site propre des couloirs de bus, la qualité des trottoirs, la mise aux normes pour handicapés, etc.



<sup>7</sup> Les autoroutes représentaient 25,8 % de l'ensemble du capital d'infrastructures routières et 14,1 % du trafic total en 1998 (respectivement 15,8 % et 5 % en 1970).



## MODÈLE



### Modélisation des investissements en infrastructures routières

#### L'approche retenue

La croissance du capital d'infrastructures routières est modélisée en supposant que les décisions économiques visent un certain niveau d'équipement et que les investissements réalisés année après année tendent à l'adaptation à cette cible, ce qui peut être représenté schématiquement de la façon suivante :

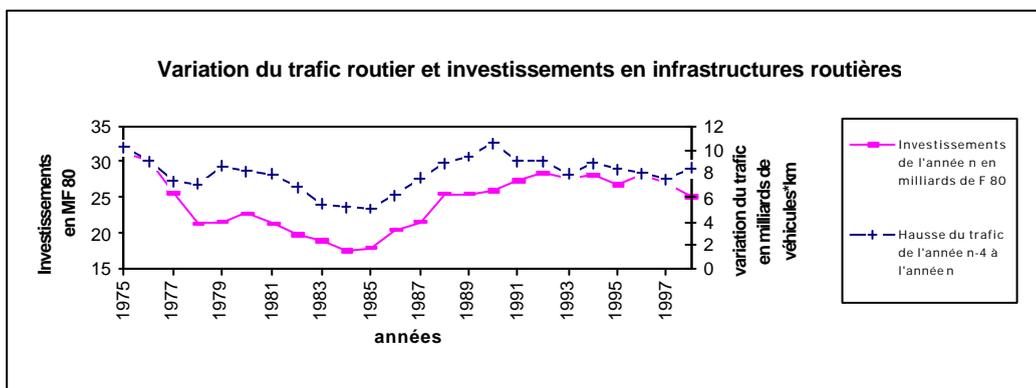
$$K/K_{-1} = (K^*/K_{-1})^\lambda$$

ou encore, en prenant en compte un effet d'inertie :

$$K/K_{-1} = (K^*/K_{-1})^\lambda (K_{-1}/K_{-2})^\mu$$

où K désigne le capital d'infrastructures existantes et K\* le capital désiré, ce qui conduit à la formulation présentée dans l'encadré qui figure en fin d'article.

Le capital désiré K\* est fonction du développement de l'économie mais aussi de la croissance de la circulation des voitures et des transports de marchandises... Ces facteurs sont toutefois difficiles à isoler dans le cadre d'un ajustement économétrique car ils sont eux-mêmes liés au développement économique général. Il est donc apparu plus pertinent d'estimer la variation du capital d'infrastructures à partir de l'évolution du trafic global. On a vérifié que l'ajustement était de meilleure qualité qu'en faisant intervenir le PIB comme variable explicative. Par ailleurs, les conditions de financement influencent la rentabilité financière des projets<sup>8</sup> des sociétés autoroutières.



<sup>8</sup> Le taux d'intérêt réel correspond ici au taux de rendement des obligations de première catégorie (obligations publiques et semi-publiques) déflaté par l'indice des prix à la consommation.

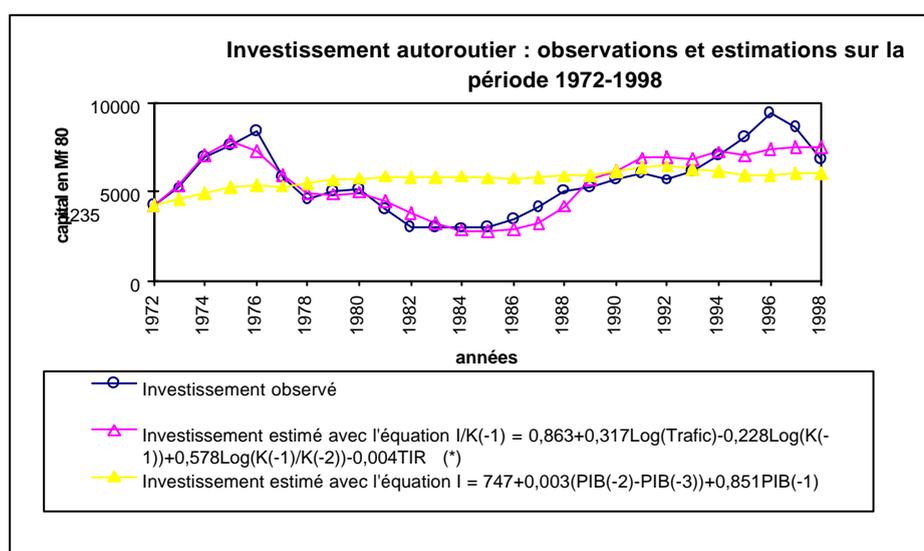
## MODÈLE

### Résultats

Cette approche rend bien compte du comportement d'investissement en infrastructures routières, comme le montre le graphique qui suit (relatif aux autoroutes).

Pour l'ensemble du réseau, l'impact d'une hausse de 1 % du trafic serait, à terme d'un an, de 2,6 % sur l'investissement et, à long terme, de 1 % sur le capital d'infrastructures. La stabilisation à long terme des investissements a conduit à une croissance du capital d'infrastructures aussi rapide que celle du trafic au cours des 26 dernières années.

A long terme, l'élasticité du capital d'infrastructures à une hausse de 1 % du trafic global serait de 1,4 % pour les autoroutes contre 0,8 % pour le réseau hors autoroutes. Cette différence provient du fait que la variable de trafic est la même dans les deux cas, à savoir le trafic global (tous réseaux confondus). Ce résultat correspond bien évidemment à la montée en puissance des infrastructures autoroutières, beaucoup plus importante que le développement du reste du réseau routier. Par ailleurs, on note pour celles-ci une élasticité au taux d'intérêt réel qui n'existe pas pour le réseau routier traditionnel : l'impact d'une hausse de 1 % de taux d'intérêt serait de - 5 % à court terme sur l'investissement et de - 1,75 % à long terme sur le capital d'infrastructures.



(\*) pour les définitions des variables, se reporter à l'encadré

Les délais moyens d'ajustement sont de l'ordre de trois ans. A en juger d'après l'évolution des coefficients, ils tendraient à s'allonger en fin de période pour les autoroutes.

### La modélisation du trafic routier

Le trafic a été modélisé sous la forme d'un ajustement à une cible, sans effet d'inertie (voir encadré). Il dépend d'abord de la croissance économique. Il est également lié à la croissance démographique et à l'évolution du prix relatif du carburant. L'élasticité du trafic à une hausse de 1 % du PIB serait de 0,35 % à court terme et de 1,1 % à long terme. L'impact sur le trafic d'une hausse de 1 % du prix des carburants serait de -0,1 % à court terme et de -0,3 % à long terme.

### Conclusion

Un comportement d'investissement en infrastructures peut être modélisé avec finesse, sur la base d'un ajustement des infrastructures existantes à un niveau souhaité. Une telle méthode conduit à des ajustements de meilleure qualité qu'une simple régression sur un PIB retardé. Elle nécessite cependant de reconstituer les évolutions des stocks d'infrastructures et donc de faire des hypothèses ad hoc.

Les élasticités obtenues doivent être replacées dans le contexte d'une tendance à l'amélioration des conditions de circulation en automobile. Ainsi, l'élasticité du capital d'infrastructures au trafic au cours des années soixante et au début des

## MODÈLE

années soixante-dix était supérieure à 1, en liaison avec une politique globale de fluidité de la circulation. Actuellement, elle paraît proche de 1 : un équilibre semble avoir été trouvé pour l'adaptation du réseau routier à la croissance du trafic.

Les résultats sont a priori plus fiables pour les autoroutes, puisque la série de capital est mieux connue. On remarque toutefois que la qualité de l'ajustement se détériore en fin de période. Cela pourrait s'expliquer par l'accélération du programme autoroutier dans le cadre des mesures de relance de l'économie décidées au début des années quatre-vingt-dix. D'une manière générale, la prise en compte de la politique d'intervention conjoncturelle de l'Etat permettrait sans doute d'améliorer encore les ajustements obtenus.

### Notations

I : investissement en infrastructures  
 K : capital net d'infrastructure de la période courante  
 pcarb : prix pondéré et déflaté des carburants pour véhicules particuliers à la pompe à Paris  
 PIB : produit intérieur brut en francs constants 1980  
 POP : nombre d'habitants de la population française  
 $\tau$  : taux de déclasserement du capital d'infrastructure  
 TIR : taux d'intérêt réel  
 TRAFIC : circulation en France de véhicules légers, sur l'ensemble des réseaux, en milliards de véhicules\*km (source : rapport de la commission des comptes des transports de la nation)

### Résultats des ajustements

#### L'investissement en infrastructures

L'équation suivante est ajustée :

$$I/K_{-1} = \lambda a \text{Log} \left( \frac{\text{TRAFIC}}{\text{TRAFIC}} \right) + \lambda b \text{TIR} - \lambda \text{Log}(K_{-1}) + \mu \text{Log}(K_{-1}/K_{-2}) + c$$

Le coefficient b est différent de 0 pour les seules autoroutes. La variable  $\frac{\text{TRAFIC}}{\text{TRAFIC}}$  est la moyenne des trafics observés, tous réseaux confondus, durant les années n-3 à n-1 pour les autoroutes et n-2 à n pour les autres routes.

Résultats des estimations par catégorie d'infrastructures routières (estimations faites sur la période 1972-1998)					
Autoroutes		Routes et voiries urbaines		Ensemble des infrastructures routières	
constante	<b>0,863</b> (8,68)	constante	<b>1,121</b> (4,68)	constante	<b>1,557</b> (7,54)
$\text{Log} \left( \frac{\text{TRAFIC}}{\text{TRAFIC}} \right)$	<b>0,317</b> (8,18)	$\text{Log} \left( \frac{\text{TRAFIC}}{\text{TRAFIC}} \right)$	<b>0,113</b> (4,15)	$\text{Log} \left( \frac{\text{TRAFIC}}{\text{TRAFIC}} \right)$	<b>0,190</b> (6,93)
Log(K <sup>-1</sup> )	<b>-0,228</b> (-8,95)	Log(K <sup>-1</sup> )	<b>-0,136</b> (-4,49)	Log(K <sup>-1</sup> )	<b>-0,201</b> (-7,30)
Log(K <sup>-1</sup> /K <sup>-2</sup> )	<b>0,578</b> (7,94)	Log(K <sup>-1</sup> /K <sup>-2</sup> )	<b>0,576</b> (5,66)	Log(K <sup>-1</sup> /K <sup>-2</sup> )	<b>0,595</b> (8,93)
TIR	<b>-0,0040</b> (-3,70)	TIR	-	TIR	-
R <sup>2</sup>	<b>0,97</b>	R <sup>2</sup>	<b>0,97</b>	R <sup>2</sup>	<b>0,98</b>
DW	<b>2,29</b>	DW	<b>1,51</b>	DW	<b>1,88</b>

(entre parenthèses, T de Student)

#### La modélisation du trafic routier

$$\text{Log} \left( \frac{\text{TRAFIC}/\text{POP}}{(\text{TRAFIC}/\text{POP})_{-1}} \right) = 0,346 \text{Log} \left( \frac{\text{PIB}}{\text{POP}} \right) - 0,310 \text{Log} \left( \frac{\text{TRAFIC}}{\text{POP}} \right)_{-1} - 0,104 \text{Log}(\text{Pcarb}) - 3,190$$

$R^2=0,67$  (1,79)       $DW=1,72$  (-2,46)      (-3,05)      (-154)  
 (estimations faites sur la période 1971-1996)