

Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de l'Espace
Observatoire Économique et Statistique des Transports
55 rue Brillat-Savarin - 75013 PARIS - Tél : 45 89 89 27 - Fax : 40 81 01 48

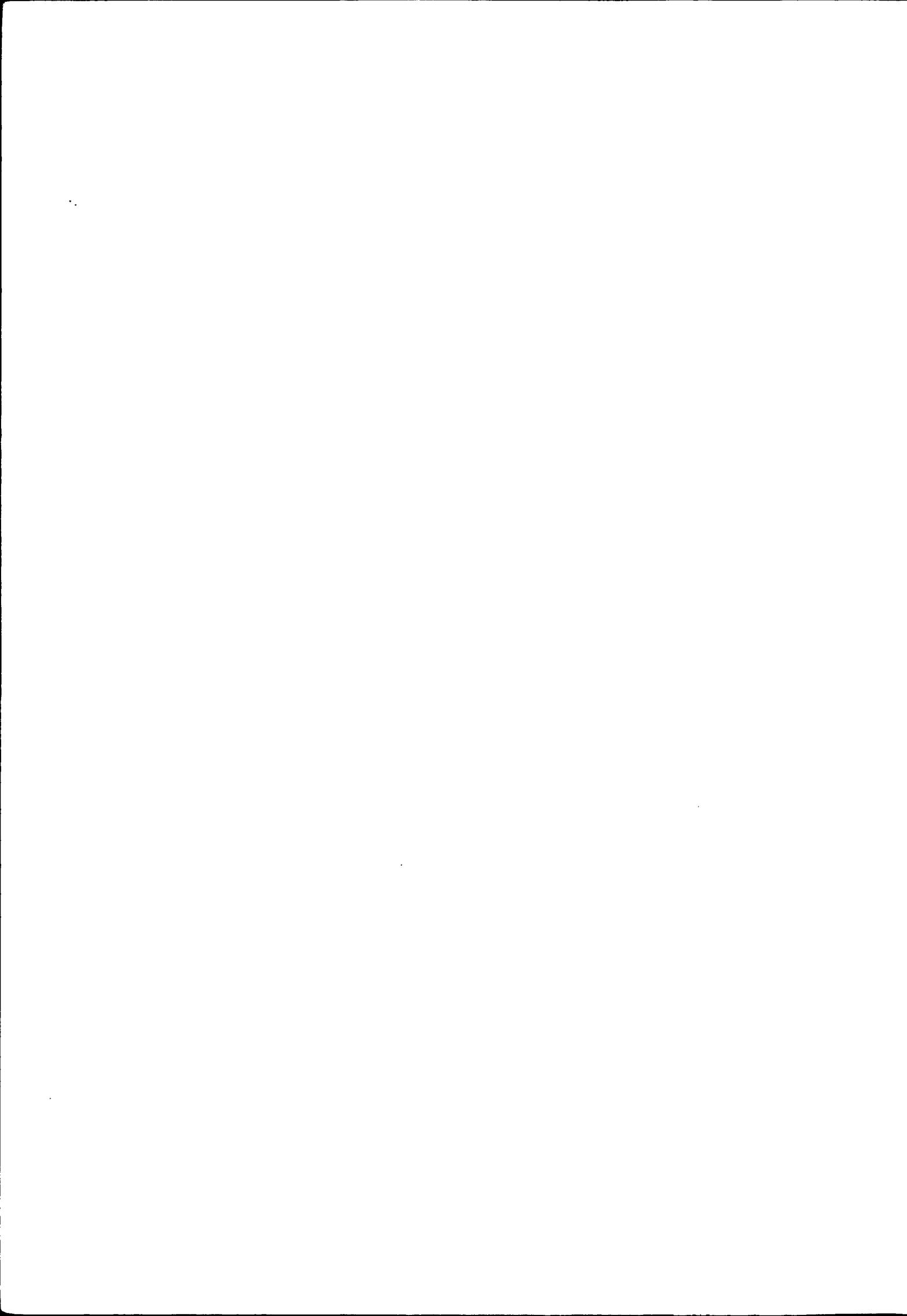
Recherches sur
l'impact des investissements
en infrastructures de transport
sur la croissance

Études et modélisations régionales

Juin 1991

Etude réalisée par :

Béatrice GASSER
Françoise NAVARRE



SOMMAIRE

Résumé	5
PREMIERE PARTIE	
Synthèse d'études et de modèles de différents pays	
1 - Les principaux effets	11
2 - Quelques études empiriques	13
3 - Modélisations des impacts des infrastructures sur le développement économique	15
3.1 - Modélisation d'agrégats nationaux	15
3.2 - Modèles multi-régionaux	18
DEUXIEME PARTIE	
Modélisation des effets des investissements en infrastructure sur le développement économique régional	
1 - Présentation de l'étude	25
2 - Méthodologie	26
2.1 - La démarche adoptée	26
2.2 - Une approche inter-temporelle et une approche inter-spatiale	29
2.3 - Les données utilisées	30
2.4 - D'importantes disparités régionales	31
3 - Les relations entre infrastructures et développement économique	37
3.1 - Les résultats de l'approche inter-temporelle	37
3.2 - Les résultats de l'approche inter-spatiale	41
4 - Des relations de causalité, de colinéarité	44
4.1 - Des relations de causalité	44
4.2 - Des relations de colinéarité	47
5 - Quelques observations	48
6 - Quelques perspectives	49
ANNEXES	51
Bibliographie	65



RÉSUMÉ

La présentation de nouveaux schémas directeurs routiers ou ferroviaires et leur évaluation remettent périodiquement à l'ordre du jour l'étude des impacts macroéconomiques sur l'aménagement du territoire des équipements publics.

Diverses études empiriques ont été menées tant en France qu'à l'étranger (Pays-Bas, Etats-Unis, Japon, ...) pour tenter d'évaluer ces effets. Une grande variété d'approches de modélisation nationale et multi-régionale ont également été menées. Les principaux résultats peuvent être résumés comme suit:

- Les infrastructures font l'objet d'effets décroissants d'échelle : si une région est bien équipée, l'ajout d'une infrastructure de même type aura un faible effet. L'importance des infrastructures routières comme facteur de localisation est décroissante.
- L'effet d'une nouvelle infrastructure n'est pas forcément positif: les entreprises locales peuvent voir diminuer leurs parts de marché en perdant leur aspect monopolistique.
- Une amélioration du réseau d'infrastructure n'est pas une condition suffisante pour la croissance économique d'une région.
- Elle produit à la fois des effets génératifs et distributifs. Les effets distributifs tendent à diminuer si des améliorations d'infrastructure similaires ont lieu dans toutes les régions à la même vitesse, et dépendent de l'état économique de la région.
- Les effets génératifs d'une infrastructure peuvent être surestimés quand l'aire d'étude est trop petite, et confondus avec des effets redistributifs à un niveau supérieur.
- Un accroissement des investissements en infrastructure implique une baisse des coûts de transport qui sera répercutée par une baisse des prix à la consommation. Mais cet avantage peut être absorbé par les entrepreneurs ou les propriétaires fonciers pour augmenter leurs marges.
- La construction du réseau d'infrastructure est un phénomène multi-dimensionnel, agissant sur l'aménagement du territoire. Des effets synergétiques peuvent survenir entre différents types d'infrastructure (télécommunications, transports,...) et cet aspect est généralement négligé dans la modélisation.

Néanmoins les tentatives de mise en évidence des effets des infrastructures, notamment de transport, effectuées au niveau national n'ont pas jusqu'à maintenant été probantes pour la France.

Il nous a donc paru intéressant de tester une approche de modélisation à un niveau régional.

On a cherché à estimer des fonctions de production, du type Cobb-Douglas, dans la lignée de travaux antérieurs, en particulier ceux de D. ASCHAUER (Chicago Fed Letter, 1990) et ceux entrepris par l'OCDE (1991). Ces études ont été réalisées en considérant différents pays, mais ne donnaient pas de très bons résultats pour la France, envisagée au niveau national.

Les équations testées sont de la forme :

$$\begin{aligned} \log(\text{indicateur de développement}) = & \text{a. log (indicateur d'emploi)} \\ & + \text{b. log (stock de capital privé)} \\ & + \text{c. log (stock de capital public hors transport)} \\ & + \text{d. log (stock de capital transport)} \\ & + \text{e. log (taux d'utilisation des capacités de production)} \\ & + \text{f. trend + constante} \end{aligned}$$

Les stocks de capital en question ont été considérés à des dates différentes. Il faut en effet souvent un certain délai avant que des équipements (publics ou privés) soient pleinement utilisés et de nature à jouer un rôle effectif. Il faut en outre souvent plusieurs années pour les réaliser et leur effet est en général double : un effet immédiat, au moment de leur construction, et un effet de plus long terme lors de leur utilisation réelle, après leur mise en service.

Introduire de la sorte des variations temporelles permet par ailleurs d'examiner si capital privé et capital public interviennent de façon semblable (avec une même "ancienneté") ou bien si l'un et l'autre ont des durées de "maturation" différentes (s'il faut un temps plus ou moins long avant qu'ils ne soient liés au développement).

Ont par ailleurs été testées des équations où intervenaient des combinaisons entre les différentes formes de capital, dans lesquelles on considère que ce n'est pas chaque élément du capital - public ou privé - qui joue un rôle dans le développement, mais bien plutôt leur association.

Deux approches différentes ont été réalisées :

- dans l'une, que l'on peut qualifier d'inter-temporelle, les équations pré-citées ont été testées pour chaque région considérée de façon isolée (puis pour l'ensemble du pays), à partir de séries temporelles constituées de données statistiques couvrant une période s'étendant entre 1975 et 1989. On postule donc là que chaque espace a un comportement particulier et relativement stable dans le temps.

- dans l'autre, que l'on peut qualifier d'inter-spatiale, à la différence de la précédente où le comportement d'un espace est supposé homogène à travers les années, on formule l'hypothèse que, à un instant donné, tous les espaces ont un comportement relativement semblable dont rendra compte le modèle construit.

Les calculs ont été conduits pour 1978 et 1988, années relativement stables sur le plan économique.

On peut mentionner ici quelques ordres de grandeur. Si les valeurs des stocks de capital privé et de capital public sont assez voisines en 1989 (respectivement 68 000 F80/habitant et 50 000 F80 / habitant), le stock transport représente en moyenne 13 % du capital public total, soit un peu moins de 6 000 F80 / habitant.

Les différences inter-régionales sont moins fortes dans le domaine des équipements publics que dans celui des équipements privés, et se réduisent au cours de la période d'étude.

Les investissements en matière de transport sont relativement modestes. Ainsi, la part des équipements nouveaux par rapport à la dotation existante n'était, en 1985, que de 5 % dans les transports, quand elle atteignait 9 % pour l'ensemble des autres types d'équipements.

Les stocks se renouvellent ou se modifient donc très lentement.

Les résultats de l'approche inter-temporelle montrent que la prise en compte des stocks d'investissement public hors transport et transport améliore la modélisation des fonctions de production de Cobb-Douglas traditionnelles, où n'interviennent que l'emploi et le capital privé.

Néanmoins l'influence des transports et des autres équipements publics ne peut être mise en évidence de manière spécifique, et ce n'est qu'en agrégeant les stocks d'investissements privés et publics qu'on obtient des résultats acceptables.

Les résultats varient beaucoup d'une région à l'autre mais les élasticités estimées pour l'ensemble de la France sont représentatives d'un comportement moyen.

Ainsi on met en évidence:

- une élasticité de 0,1 de la valeur ajoutée nationale à l'emploi
- une élasticité de 0,47 à la somme "capital privé + capital public total" de l'année précédente
- une élasticité de 0,91 au taux d'utilisation des capacités de production.

Les résultats de l'approche inter-spatiale confirment ces observations. Ils sont stables entre 1978 et 1988, bien que moins significatifs en 1978.

L'emploi, cependant, a une influence plus grande sur la production que dans l'approche inter-temporelle. Dans tous les cas examinés, l'élasticité à l'emploi est supérieure à 0,40.

Comme dans l'approche inter-temporelle, c'est la combinaison capital privé+capital public qui conduit aux meilleurs résultats.

Cette combinaison intervient avec un délai d'un an et une élasticité de 0,20 sur la production de l'ensemble des régions.

Il existe de bonnes relations - en 1985 surtout - entre le niveau de développement et les dotations ou les investissements publics transports et hors transports.

Les liens sont plus étroits avec les investissements anciens (t-3) qu'avec les plus récents: comme s'il fallait un certain délai avant que les équipements jouent un rôle.

Les investissements sont généralement d'autant plus importants que le sont les stocks existants.

On ne peut conclure quant au sens des causalités entre les investissements publics et le niveau de développement. On met en effet en évidence d'aussi bonnes corrélations entre la valeur ajoutée à une date donnée et les investissements qui ont précédé ou ceux qui ont suivi.

De ces propos, il ressort que les résultats obtenus sont certes probants, mais sans doute pas totalement satisfaisants au regard des attentes. Des voies nouvelles demanderaient à être explorées.

Par exemple pourrait être introduite une notion de "taux d'utilisation" des équipements publics, qui compléterait une approche davantage tournée vers l'offre, prenant ainsi en compte des aspects de demande.

En second lieu, les impacts spécifiques des différents modes de transport demanderaient à être étudiés.

Enfin, on pourrait évaluer les effets des équipements publics et de transport, non pas sur l'économie dans son ensemble, mais sur chacun de ses secteurs.

PREMIERE PARTIE

**Synthèse d'études
et de modèles de différents pays**

1 - LES PRINCIPAUX EFFETS DES INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

La présentation de nouveaux schémas directeurs routiers ou ferroviaires et leur évaluation remettent périodiquement à l'ordre du jour l'étude des impacts macroéconomiques et sur l'aménagement du territoire des investissements publics.

Diverses études empiriques ont montré qu'un développement des infrastructures produirait une hausse des facteurs de production privée, et qu'inversement un manque d'infrastructures pouvait induire une baisse de la productivité, et donc de la croissance économique.

Deux grands types d'effets des investissements des infrastructures peuvent être mis en évidence :

- des **effets directs**, de court terme, lié à la construction de l'infrastructure, essentiellement sur le secteur de la construction, qui ont un effet multiplicateur sur l'ensemble de l'économie. Ces effets s'atténuent après un an ou deux.

- des **effets indirects** ("spin-off" effects), de long terme, dus aux réductions des coûts de transport, aux gains de temps pour les ménages et les entreprises et à un accroissement de l'accessibilité, agissant sur tous les secteurs de l'économie par le biais des consommations intermédiaires : effets sur le revenu des ménages, l'emploi, la productivité des entreprises, et l'investissement du secteur privé, lié non seulement à un accroissement de l'économie, mais à une éventuelle restructuration spatiale. Ces effets peuvent intervenir sur une période de 5 ans au moins.

Les approches actuelles, par des modèles macroéconomiques tels que PROPAGE ou Mini-DMS Transport mettent en évidence la relation keynésienne par une augmentation de revenus, donc de consommation des ménages, mais traduisent mal l'influence sur l'offre : effets sur l'investissement et sur la productivité du secteur privé.

Des effets de long terme peuvent également être négatifs, comme l'**effet d'éviction**. On peut distinguer une éviction réelle et totale et un effet d'éviction financier.

L'effet d'éviction réelle aurait lieu, selon les thèses soit sur l'investissement privé, soit sur la consommation privée.

Dans la thèse de l'Equilibre Economique Général, une dépense publique supplémentaire de 100 financée par l'emprunt correspond à un investissement de 100 que ne fera pas le secteur privé.

Selon la thèse Barro-ricardienne, si l'Etat emprunte 100 de plus, les contribuables anticipent que le remboursement de cet emprunt nécessitera un accroissement d'impôt ultérieur. Ils vont épargner plus pour conserver leur richesse réelle, et donc consommer moins.

Mais ces deux thèses supposent une extrême rationalité des agents économiques et une perfection de l'information peu réalistes. De plus elles n'ont pas été vérifiées par des résultats empiriques.

L'effet d'éviction financier est le suivant : les infrastructures sont financées par l'émission d'emprunts d'Etat. Ceci provoque une augmentation des taux d'intérêts, (pour accroître l'attractivité de ces bons d'Etat) ce qui dissuade les investissements privés, qui se retrouverait avec des services de dettes trop élevés.

En France l'étude menée par STERDINYAK et VILLA en 1981 à partir des modèles METRIC et DEFI fait ressortir un effet d'éviction modéré par rapport à l'effet d'entraînement des dépenses publiques. Ceci est confirmé par EUZEBY et alii (1986) avec le modèle MEDEVIC.

De plus, selon une étude de la Direction de la Prévision, en 1988, des emprunts obligataires par l'Etat de 10 milliards de F ont provoqué une hausse de 0,2 % du Taux du Marché Obligataire et une éviction de 2 milliards de F des autres emprunteurs sur le marché (essentiellement des Institutions Financières).

L'équilibre entre investissement public et investissement privé a donné lieu à de nombreux débats théoriques et idéologiques. Deux cas de figure peuvent se produire :

- les gouvernements investissent en infrastructures uniquement lorsqu'on observe des goulots d'étranglement dûs à une expansion du secteur privé,
- inversement, les gouvernements utilisent les infrastructures comme un moteur du développement national ou régional.

2 - QUELQUES ETUDES EMPIRIQUES

Ces études empiriques sont très nombreuses et variées. Les plus élémentaires comparent un indice de développement économique local avant et après l'investissement en infrastructures, ou entre la zone touchée par l'investissement et une zone test voisine. Les plus élaborées tentent de modéliser ces effets.

- Ainsi, en 1988, le SETRA a effectué une synthèse des études avant-après faites au voisinage des autoroutes et des grands axes routiers. Il en ressort que :
 - les infrastructures sont une condition nécessaire, mais pas suffisante, du développement économique local,
 - les conditions du succès du développement local reposent sur l'existence de potentialités et sur les mesures d'accompagnement de l'investissement.
 - il y a, quel que soit l'état du réseau d'infrastructures, un développement tendanciel de la mobilité, de l'emploi et des activités touristiques. ICHIKAWA (1987) confirme pour le Japon ces résultats.

- La SEMA a effectué en 1976 une enquête avant-après au voisinage des routes. Les effets ne sont pas toujours identifiables, mais lorsqu'il s'en produit, ils sont positifs et portent sur les plus-values foncières, l'emploi, les revenus des entreprises et l'éloignement des migrations alternantes.

- NAKAMURA (1989) étudiant les effets du Shinkansen, met en évidence à la fois des effets quantitatifs positifs sur les zones touchées par le Shinkansen, et des effets qualitatifs : les centres tertiaires et de haute technologie sont plus sensibles à une amélioration de l'accessibilité et des infrastructures.

- BRIGGS analyse le système d'autoroutes interstate aux USA et son effet sur le développement des aires non métropolitaines. Les résultats sont flous : l'influence n'est pas systématique et s'étend assez largement.

- BEGAG, BERNADET, BUISSON, CUSSET, PLASSARD (1985) analysent les effets du TGV Sud-Est à partir d'enquêtes auprès d'industriels. La présence du TGV a une influence sur les localisations des entreprises et des ménages, mais intervient moins que des facteurs liés à la qualité de la vie ou à la stratégie des autorités locales. Les entreprises ou établissements les plus touchés par la construction du TGV sont ceux de taille réduite, qui peuvent ainsi voir s'agrandir leurs aires de marché.

- PLASSARD (1990) récapitulant les effets du TGV, indique que ceux-ci sont essentiellement :
 - une modification des habitudes de mobilité (déplacement dans la journée entre Paris et Lyon),
 - une extension des aires de marché des entreprises lyonnaises, et un renouvellement des stratégies commerciales,
 - mais les effets de relocalisation spatiale ont été faibles.

- STEPHAMIDES et EAGLE (1986) ont étudié dans le Minnesota l'emploi dans les zones non métropolitaines desservies par une autoroute. L'effet n'est ni général, ni automatique, il est surtout marqué pour les villes de plus de 30 000 habitants.

- BLUM (1982) pour la RFA, et ANDERSSON et alii (1989) pour la Suède, étudient l'impact d'infrastructures par modes sur l'accroissement de productivité.

BLUM obtient des résultats significatifs dans le cas de routes, d'autoroutes et de ports, en revanche le développement d'infrastructures ferroviaires aurait des effets nuls, voire négatifs, sur la productivité.

ANDERSSON distingue, quant à lui, les routes nationales, les infrastructures ferroviaires, et les aéroports. Il apparaît que pendant les années 1970 le développement des infrastructures routières avait plus d'effet sur la production que les infrastructures ferroviaires, mais qu'à partir de 1980, cette tendance est inversée.

D'une manière générale l'augmentation des capacités d'aéroport n'a pas d'influence, sauf pour les secteurs de Recherche et Développement.

- Frank BRUINSMA, de l'Université d'Amsterdam, a comparé les effets sur les régions des Pays-Bas directement concernées des constructions :

- d'une portion d'autoroute permettant la liaison Amsterdam-Hambourg
- de l'aéroport d'Eindhoven,
- du doublement de l'autoroute Amsterdam-Rotterdam, et de la construction de la ligne de chemin de fer d'Amsterdam jusqu'à l'aéroport de Schiphol.

Cette étude a été réalisée à partir d'interviews de chefs d'entreprise, sur les effets de ces infrastructures sur leurs résultats et sur des relocalisations.

Des relocalisations d'entreprises ont pu être mises en évidence dans les régions du Sud et du Nord de la Hollande, moins développées que la région Amsterdam-Hambourg.

BRUINSMA a aussi estimé que la construction de la portion d'autoroute Amsterdam-Hambourg avait permis la création de 600 emplois durables.

Il conclut qu'un effet sur l'emploi est à attendre, si un maillon d'un réseau fait réellement défaut, s'il y a un manque de capacité, ou une congestion. De plus l'infrastructure considérée doit être utilisée par tous les secteurs de l'économie (routes, autoroutes, ou réseau de télécommunications). La construction d'un aéroport n'a pas d'impact significatif.

Ces effets sont identifiables sur une période de 0 à 5 ans après l'investissement public. Il s'agit bien de "spin-off" effects.

BILAN DES ETUDES EMPIRIQUES

Elles montrent que :

- les impacts des infrastructures ne sont pas toujours identifiables et varient selon le type d'infrastructure, les secteurs économiques, et la région touchée par l'investissement.
- l'existence d'infrastructures est une condition nécessaire, mais pas suffisante pour la croissance.
- le développement des infrastructures n'a pas d'effet sur une région sans potentiel de développement économique. Au contraire, pour une région en crise, l'ouverture du marché, par une nouvelle infrastructure, à des entreprises concurrentes peut accroître les difficultés des entreprises de la région.
- le niveau d'effet dépend également de la situation économique générale.

3 - MODELISATION DES IMPACTS DES INFRASTRUCTURES SUR LE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE

De nombreuses études théoriques ont tenté de modéliser les effets des investissements. La modélisation est en général abordée avec des modèles gravitaires, ou multi-régionaux, qui traduisent de manière plus pertinente le caractère "spatial" de ces effets. On traduit l'impact d'une infrastructure sur le développement de la région concernée, puis sur ces relations avec les autres régions, et l'agrégation est réalisée au niveau national. Il s'agit de modèles de type "bottom-up".

Une approche macroéconomique non multi-régionale a été réalisée dans différents pays, pour estimer les effets sur la production, les prix, le revenu et l'investissement du secteur privé.

3.1 - Modélisation d'agrégats nationaux

• David ASCHAUER, de la Federal Reserve Bank of Chicago, a étudié les effets des investissements d'infrastructures sur la productivité du travail, pour les principaux pays industrialisés (G7). Il étudie l'équation suivante :

$$Dp(t) = b_0 + b_1 \times Dn(t) + b_2 \times ir(t-1) + b_3 \times gir(t-1) + b_4 \times Dcu(t)$$

avec :

Dp	:	croissance de la productivité du travail
Dn	:	croissance de l'emploi
ir	:	investissement net privé / PIB
gir	:	investissement public non militaire / PIB
Dcu	:	taux d'utilisation des capacités de production

Cette équation a été estimée sur la période 1966-1985, pour les pays du G7.

Les corrélations sont en général significatives.

L'investissement public apparaît comme un déterminant de la croissance de la productivité : 1% de croissance d'investissement public induirait 0,4% de croissance de la productivité du travail.

Par ailleurs il étudie l'effet d'éviction de ces investissements publics, qu'il trouve non total. Une augmentation de l'investissement public ne correspondrait pas à une diminution égale de l'investissement privé, dans la mesure où la réalisation des infrastructures accroît la rentabilité des autres investissements, et conduit à un surcroît d'investissements au niveau national.

• Une étude macroéconomique des effets des investissements a été réalisée pour le cas de l'Arabie Saoudite.

cf article de Robert E. LOONEY dans International Journal of Transport Economics - Février 1989 - "The role of infrastructure in Saudi Arabia's development : the relative importance of linkage versus spread effects".

Même si l'histoire et la situation économique de l'Arabie Saoudite ne sont pas tellement comparables à nos économies occidentales, les résultats sont intéressants à plus d'un titre, et peuvent donner des idées sur la méthode de modélisation des effets externes.

L'économie de ce pays se traduit par une grande diversité, une petite taille de marché, des coûts élevés du transport et des communications, une grande dépendance envers le marché des produits pétroliers, donc envers le développement économique externe. La part de l'investissement public dans l'investissement total est passé de 7 % en 1960, puis à 73 % en 1980, et est redescendue à 45 % en 1985, avec la baisse des prix des produits pétroliers.

L'auteur essaie de mettre en évidence les effets de l'investissement public sur l'investissement du secteur privé, sur la consommation des ménages, et sur l'inflation.

- EFFETS SUR L'INVESTISSEMENT PRIVE

LOONEY modélise l'investissement du secteur privé, de la manière suivante, à l'instant t :

$$IP(t) = b_0 a (YR(t-1) - (1-c) YR(t-2)) + b_1 CR(t) + b_2 GINP(t) + b_3 (GINP(t)-GINP(t-1)) + (1-b_0) IP (t-1)$$

avec IP (t) : investissement privé
YR(t) : production retardée
CR(t) : valeur du crédit réel bancaire étendu au secteur privé
GINP(t) : investissement réel des administrations

Mais les résultats ne sont pas significatifs. Les infrastructures n'auraient pas stimulé l'investissement privé.

- EFFETS SUR LA CONSOMMATION DES MENAGES

LOONEY établit l'équation :

$$PCNP(t) = f (PCNP (t-1), PINP(t), YE(t), GINP(t))$$

avec PCNP : consommation privée
PINP : investissement privé
YE : revenu désiré
GINP : investissement des administrations

Des estimations ont été réalisées avec l'investissement réel en infrastructures des administrations, avec un investissement tendanciel (trend), avec un investissement anticipé des administrations.

Les résultats montrent que :

- l'investissement en infrastructures a des effets positifs sur la consommation du secteur privé,
- cet effet est plus fort avec l'expression de l'investissement anticipé des administrations.

- EFFETS SUR L'INFLATION

$$\text{INF} = f(\text{INFE}, \text{INFWL}, \text{M1}, \text{GEXP})$$

- avec
- INF : déflateur du PIB hors pétrole
 - INFE : croissance attendue du déflateur du PIB hors pétrole
 - INFWI : indice des prix à l'export dans les pays industrialisés
 - M1 : offre de monnaie
 - GEXP : dépenses des administrations ; 3 variables ont été testées
 - GINP : investissement des administrations
 - GCNP : consommation des administrations
 - GME : dépenses militaires

Les estimations réalisées montrent globalement que :

- l'investissement en infrastructures a des effets réducteurs significatifs sur l'inflation,
- les investissements hors infrastructures n'ont pas d'impact sur l'inflation.

• Aux Pays-Bas, en 1987, un modèle macroéconomique multi-sectoriel (SECMON) a été utilisé pour évaluer l'impact de l'investissement de 500 millions de Florins par an, sur 5 ans, dans le réseau de communications.

6 effets différents ont été distingués :

1 - croissance de la production domestique et de l'emploi, d'une part; hausse des taux d'intérêts, d'où effet d'éviction sur les investissements privés, d'autre part.

2 - changements dans les comportements de consommation des ménages, d'où variations de résultats des secteurs économiques concernés.

3 - hausse des consommations intermédiaires en produit "communications". L'augmentation de l'offre induirait un accroissement de la demande des autres secteurs.

4 - hausse de la productivité du travail due à une baisse des prix d'où une hausse de la production et baisse de l'emploi nécessaire.

5 - hausse de la productivité du capital, d'où baisse des prix et des investissements et hausse de la production.

6 - baisse des prix, d'où accroissement de la compétitivité et augmentation des exports.

Cet effet est dominant, d'après les simulations de SECMON, mais devient nul si des constructions d'infrastructures similaires existent dans d'autres pays partenaires.

Néanmoins de nombreuses critiques ont été faites à propos de cette étude. Comme dans le cas des simulations faites en France à partir de PROPAGE ou de Mini-DMS Transport, les résultats obtenus dépendent beaucoup de la construction spécifique du modèle utilisé, et des hypothèses de croissance émises sur les variables paramétrables.

cf note B.GASSER "Contribution d'un investissement en infrastructures de transport aux grands équilibres macroéconomiques" (mai 1990).

3.2 - Modèles multi-régionaux

cf "A Survey of Multiregional Economics Models", Piet RIETVELD, 1989

Les impacts des investissements en infrastructures ont été plus souvent modélisés à l'aide de modèles multi-régionaux. En effet les impacts sur la croissance nationale sont souvent difficilement identifiables, et ne prennent pas en compte les effets différenciés sur l'aménagement du territoire et la croissance économique des régions.

• La théorie : modèles standards d'échanges inter-régionaux

Dans l'hypothèse d'un marché à 1 bien, il y a exports de la région A vers la région B, quand le coût de transport est plus faible que la différence des prix d'équilibre dans les deux régions.

Pour la région A, il y a un bénéfice par accroissement de la production.

Pour la région B, il y a un bénéfice par un accroissement de la satisfaction des consommateurs.

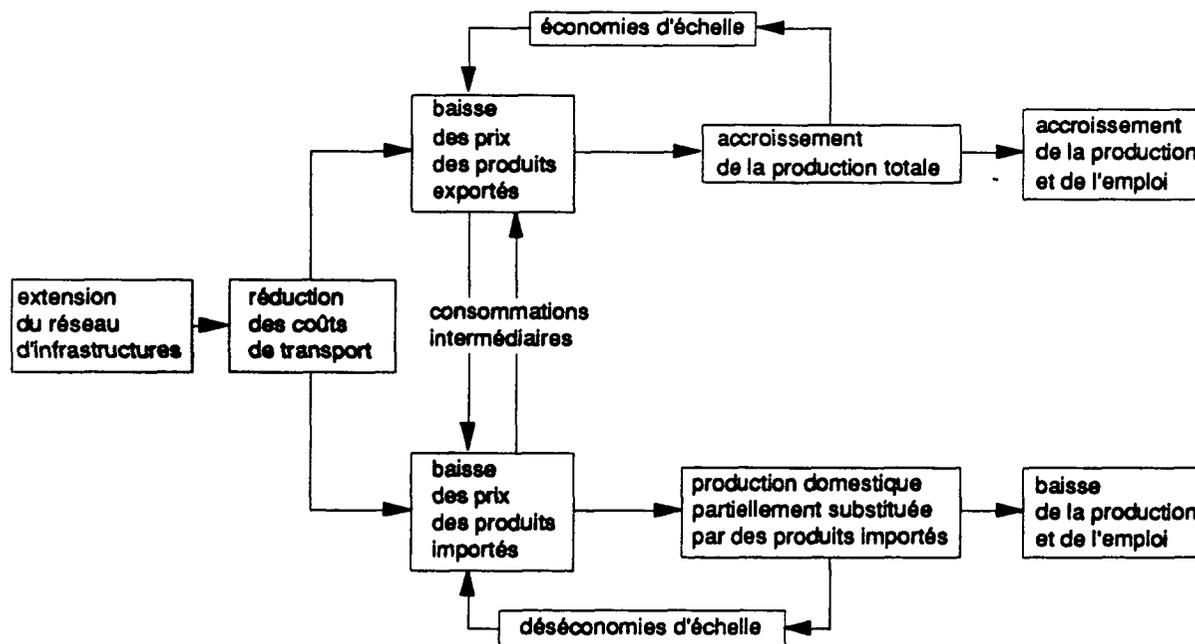
Les investissements en infrastructures de transport induisent une baisse des coûts de transport, et une hausse des volumes transportés, d'où une hausse du prix d'équilibre pour la région A, et une baisse pour la région B.

Dans la région B, il y a création d'un bénéfice pour les consommateurs, mais pas pour les producteurs, et inversement pour le cas de la région A.

Cela se traduit par une augmentation d'emplois dans la région A, mais pas dans la région B.

Quand il y a plus d'un secteur, la situation se complique par le jeu des consommations intermédiaires et il devient difficile de prévoir les effets sur l'emploi et la production dans le cadre de ce modèle théorique (cf figure suivante).

DEUX EFFETS D'UN INVESTISSEMENT EN INFRASTRUCTURES



• Approche par les fonctions de production

cf BIEHL (1986), BLUM (RFA, 1982), ANDERSSON (Suède, 1989), SNICKARS and GRANHOLM (Suède, 1981), NIJKAMP (Pays Bas, 1986), FUKUCHI (Japon, 1978), KAWASHIMA (Japon)

Les infrastructures de transport jouent, dans cette optique, le même rôle que le travail et le capital privé pris comme facteurs de production classiques.

La fonction de production pour le secteur i dans la région r , est exprimée de la manière suivante :

$$Q_{ir} = f_{ir}(L_{ir}, K_{ir}, I_{Ar}, \dots, I_{Nr})$$

avec

L_{ir} : emploi du secteur i et de la région r

K_{ir} : capital privé du secteur i et de la région r

I_{Ar}, \dots, I_{Nr} : infrastructures de différents types dans la région r (transport, communication, éducation)

La forme de la fonction de production est, dans la plupart des cas, une fonction de Cobb-Douglas, ce qui implique un degré considérable de substituabilité entre les différents facteurs de production. Par exemple pour un secteur donné et une région r , le modèle complet est écrit de la manière suivante :

$$Q_r = e^{\alpha 0} L_r^{\alpha 1} K_r^{\alpha 2} I_{Ar}^{\alpha 3} I_{Br}^{\alpha 4}$$

$$L_r = e^{b 0} I_{Ar}^{b 1} I_{Br}^{b 2}$$

$$K_r = e^{g 0} I_{Ar}^{g 1} I_{Br}^{g 2}$$

Les effets directs sur la production sont représentés par $\alpha 3$ et $\alpha 4$, les effets indirects par les élasticités sur les facteurs privés de production.

• Infrastructures et facteurs de mobilité

Les variations du stock d'infrastructure peuvent induire une expansion et une relocalisation des facteurs de production de la région concernée. 3 types d'approche sont possibles :

- le rôle des infrastructures est modelé par son influence sur l'accessibilité
- le rôle des infrastructures est modelé par son influence sur les coûts marginaux de transport
- les investissements en infrastructure influent directement sur l'investissement privé.

Infrastructures et accessibilité

On considère une fonction d'accessibilité de la forme suivante, pour la région r :

$$ACC_r(Z) = S_r Z_r f(c_{rr})$$

Z pouvant être l'emploi de la région r , la production, ...

c_{rr} : indice des coûts de transport entre les régions r et r'

f : fonction décroissante des coûts de transport

Ainsi BOTHAM (1983) a étudié les effets de l'accessibilité sur l'emploi, avec la fonction suivante :

$$DE_r = \alpha_1 ED_r + \alpha_2 W_r + \alpha_3 LAPE_r + \alpha_4 ACC_r(Z)$$

avec E_r : emploi régional

ED_r : densité d'emploi

W_r : taux de salaire moyen de la région r

$LAPE_r$: indicateur de la capacité de travail

Des estimations ont été réalisées au Royaume-Uni pour mesurer l'impact de la construction d'autoroutes sur la période 1961-1966.

Néanmoins les effets observés et estimés sont relativement faibles.

Dans d'autres études, la notion d'accessibilité a été exprimée au travers de la notion de temps de transport.

Infrastructures et pluri-modalité

Soit m_{ij} le poids du mode j dans la totalité des moyens de transports utilisés par le secteur i, l'accessibilité généralisée a été exprimée de la manière suivante :

$$ACC_{ir}(Z) = \sum_j m_{ij} S_r Z_r f(-c_{jrr'})$$

Mais cette formule implique un haut degré de substituabilité entre les différents modes de transports, ce qui n'est pas souvent le cas.

De plus, on peut aboutir à un paradoxe : si l'on développe le fer à grande vitesse, au détriment de l'aérien par exemple, l'accessibilité généralisée va décroître, si on utilise une fonction en $(1/c)$, car le temps de transport tous modes peut globalement augmenter.

Le moyen d'éviter ce paradoxe est d'utiliser des coûts généralisés de transport, incluant le temps de transport, le coût et la qualité du transport.

• Infrastructures et coûts marginaux de transport

Une autre approche de la modélisation en transport est la programmation linéaire; il s'agit de minimiser les coûts de transport sous contraintes d'offre et de demande spécifiques. Les coûts marginaux se déduisent par résolution de ce problème linéaire (variables duales).

Les investissements en infrastructures, par réduction des coûts de transport influent sur ces variables duales, qui sont déterminantes pour la localisation des entreprises en particulier.

HARRIS (1980) a ainsi développé pour les USA un modèle de localisation des entreprises en détaillant 3000 "counties" et 100 secteurs d'activité.

D'après ce modèle, les investissements routiers et ferroviaires ont des effets positifs et significatifs sur l'emploi durant les deux premières années, dans le cas d'un "county" rural. Mais les effets structurants ("spin-off" effects) sont négatifs, après 4 ans.

• Infrastructures et investissement privé

Les effets sont les mêmes que ceux observés au niveau national, et que nous avons précédemment cités : effets multiplicateurs, effets d'éviction, effets structurants.

Des analyses de causalité ont été réalisées au niveau régional, pour évaluer le temps de réponse de l'investissement privé à l'investissement public. Il apparaît (cf DEN HARTOG et alii, 1986) dans le cas des Pays-Bas, qu'il y a réellement une relation causale, dans un intervalle de 3 à 4 ans.

La causalité inverse (investissement privé leader de l'investissement public) n'a pas été prouvée statistiquement.

• Effets redistributifs et effets génératifs

Les analyses empiriques effectuées au niveau régional montrent que la qualité du réseau d'infrastructures existant est un facteur déterminant de l'impact d'infrastructures complémentaires : si le niveau est déjà élevé, une amélioration du réseau aura un effet faible sur la productivité du travail et des effets génératifs faibles (création d'emploi) et inversement.

D'autre part, l'importance des effets redistributifs est proportionnelle au montant des investissements publics, et à la santé économique de la région.

REMARQUES ET CONCLUSIONS

On peut observer une très grande variété d'approches de modélisation de l'impact des infrastructures sur le développement régional. Les principaux résultats peuvent être résumés comme suit :

- Les infrastructures font l'objet d'effets décroissants d'échelle : si une région est bien équipée, l'ajout d'une infrastructure de même type aura un faible effet. L'importance des infrastructures routières comme facteur de localisation est décroissante.

- L'effet d'une nouvelle infrastructure n'est pas forcément positif : les entreprises locales peuvent voir diminuer leurs parts de marché en perdant leur aspect monopolistique.

- Une amélioration du réseau d'infrastructures n'est pas une condition suffisante pour la croissance économique d'une région.

- Elle produit à la fois des effets génératifs et redistributifs. Les effets redistributifs tendent à diminuer si des améliorations d'infrastructures similaires ont lieu dans toutes les régions à la même vitesse, et dépendent de l'état économique de la région.

- Les effets génératifs d'une infrastructure peuvent être surestimés quand l'aire d'étude est trop petite, et confondus avec des effets redistributifs à un niveau supérieur.

- Un accroissement des investissements en infrastructures implique une baisse des coûts de transport qui sera répercutée par une baisse des prix à la consommation. Mais cet avantage peut être absorbé par les entrepreneurs ou les propriétaires fonciers pour augmenter leurs marges.

- La construction du réseau d'infrastructures est un phénomène multi-dimensionnel, agissant sur l'aménagement du territoire. Des effets synergétiques peuvent survenir entre différents types d'infrastructures (télécommunications, transports,...) et cet aspect est généralement négligé dans la modélisation.

DEUXIEME PARTIE

**Modélisation des effets
des investissements en infrastructures
sur le développement économique
régional français**

1- PRESENTATION DE L'ETUDE

Les premières tentatives de mise en évidence des effets des infrastructures, notamment en transport, sur le développement, effectuées au niveau national n'ont pas été probantes pour la France (cf études d'ASCHAUER et autres).

Il a donc paru intéressant de raisonner à un niveau régional, pour trois raisons au moins :

- les effets des investissements dans le domaine des transports sont peut-être trop minimes pour être perceptibles à un niveau trop agrégé,
- l'impact peut être uniquement local et n'affecter qu'une zone bien particulière,
- les effets peuvent être différents suivant les caractéristiques mêmes des régions. Une région peu développée ne sera pas forcément favorisée par de nouvelles infrastructures qui augmenteront plutôt l'accessibilité à un nouveau marché de régions déjà plus dynamiques.

Plus globalement, ce type d'études serait de nature à prouver ou non la pertinence des transports comme outil d'aménagement du territoire, envisagé à un niveau régional.

On ne s'intéressera ici qu'au développement économique des régions, des variables comme l'augmentation du bien-être des populations étant trop difficiles à quantifier (effets sur l'environnement, sur la sécurité...).

Cette étude est également de nature à mettre en évidence si les comportements régionaux sont très différenciés ou possèdent une certaine unité qui serait susceptible d'affiner une relation nationale.

2 - METHODOLOGIE

2.1 - La démarche adoptée

Dans la lignée des travaux qui ont pu être faits auparavant (Cf. Première Partie) et portant sur le développement régional dans sa liaison avec les infrastructures de transport, il a été choisi de procéder par voie de modélisation.

Pour ce faire, dans une approche que l'on peut qualifier d'empirique, différents matériaux et méthodes statistiques ont été utilisés pour tester la validité de modèles ou fonctions mettant en relation le développement régional et la dotation des régions en différents facteurs de production.

Une forme assez courante des fonctions de production, admise par la plupart des économistes, est traduite par la relation de Cobb-Douglas dans laquelle :

$$I = E^a \cdot K^b \cdot ct$$

avec :

I indicateur de développement (en général, la Valeur Ajoutée régionale VA ou le P.I.B. ou encore, ce qui est préférable, la capacité de production exprimée par :

$$C = VA/UT \text{ et}$$

UT taux d'utilisation des capacités de production

E indicateur du volume d'emploi régional

K indicateur mesurant l'importance du stock de capital privé

a et b élasticités respectives de E et K

c coefficient de productivité

t trend temporel

Ce que l'on peut encore exprimer de façon logarithmique sous la forme :

$$\log(I/UT) = a \cdot \log(E) + b \cdot \log(K) + ct + d$$

ou encore :

$$\log(I) = a \cdot \log(E) + b \cdot \log(K) + ct + d \cdot \log(UT) + e$$

Différentes tentatives ont été faites pour spécifier davantage ce type de fonction, qui cherche à rendre compte du développement national ou régional simplement par une combinaison de capital et de travail.

C'est le cas, par exemple, des travaux de ASCHAUER (ASCHAUER, 1990) et également de ceux entrepris par l'OCDE (OCDE, 1991).

ASCHAUER a en effet étudié les relations entre la productivité du travail (valeur ajoutée/emploi) et les investissements publics non militaires dans le groupe des sept (USA, Canada, Japon, RFA, France, Italie, Royaume-Uni). Il a testé économétriquement une relation de productivité faisant intervenir l'emploi, le capital privé, l'utilisation des capacités de production, en plus bien sûr du capital public, sans différencier les investissements en infrastructures.

Considérant que le rapport " valeur ajoutée / stock de capital public " est constant sur la période d'étude (1966-1985), il aboutit à la relation suivante :

$$Dp(t) = b_0 + b_1 \times Dn(t) + b_2 \times ir(t-1) + b_3 \times gir(t-1) + b_4 \times Dcu(t)$$

avec :

Dp	croissance de la productivité du travail
Dn	croissance de l'emploi
Ir	investissement net privé / PIB
gir	investissement public non militaire / PIB
Dcu	taux d'utilisation des capacités de production

Les résultats sont, sauf pour la France, largement significatifs. Les élasticités à l'investissement public non militaire varient entre 0,4 et 0,6 selon les pays.

Dans les études de l'OCDE, a été testée une relation entre la productivité totale des facteurs, une combinaison des facteurs de production privés, le taux d'utilisation des capacités de production, et le capital public. Deux versions du capital public ont été étudiées, l'une, large, avec la totalité des équipements publics, l'autre étroite, avec les équipements des services publics.

Pour les 10 pays, les élasticités de la productivité au volume d'équipements publics, varient entre 0,3 et 0,7.

Suivant ces perspectives, on a également cherché à estimer des équations plus "complètes" que les fonctions usuelles de type Cobb-Douglas et dans lesquelles peuvent intervenir à la fois la dotation en infrastructures, celle en équipements (publics) de transport et aussi les investissements réalisés dans ces deux domaines. Ce sont en effet eux qui, augmentant l'attractivité des régions, leur potentiel de développement, réduisant d'éventuels goulets d'étranglement..., peuvent être de nature à aider à leur croissance.

L'hypothèse d'ASCHAUER, selon laquelle le rapport "valeur ajoutée / stock de capital" reste constant au cours de la période d'étude, est simplificatrice, puisqu'elle permet de faire intervenir des variables d'investissements, donc de flux, à la place de variables de stocks, plus difficiles à construire. Néanmoins cette hypothèse n'était pas vérifiée pour la plupart des régions françaises.

Il a donc été préférable d'estimer des relations faisant intervenir des variables de stocks. La question se posait toujours de savoir si seuls intervenaient les équipements nouveaux, ou les stocks anciens, antérieurs à la période d'étude.

Les premiers résultats statistiques ont montré que les investissements étaient en général peu significatifs, moins en tout cas que les dotations elles-mêmes ; il est par ailleurs délicat de faire figurer, dans une même équation, des indicateurs qui rendent compte de flux (les investissements) et de stocks (les dotations). Il a donc été choisi de ne tenir compte, dans les équations construites, que des dotations et de laisser place (Cf. section 4) à une analyse précise des liens entre flux et stocks.

Sur cette base, les équations testées sont de la forme :

$$\log(I) = a.\log(E) + b.\log(K) + c.\log(Pu) + d.\log(Tr) + e.\log(UT) + ft + g$$

avec :	I	indicateur de développement (mesure de la Valeur Ajoutée)
	E	indicateur d'emploi
	K	stock de capital privé
	Pu	stock de capital public en infrastructures hors transports
	Tr	stock d'infrastructures de transports
	UT	taux d'utilisation des capacités de production
	a, b, c, d	élasticités respectives des stocks
	e	élasticité du taux d'utilisation des capacités de production

Ont par ailleurs été testées des fonctions du type :

$$\log(I) = a.\log(E) + b.\log(K) + c.\log(Pu + Tr) + e.\log(UT) + f$$

ou encore :

$$\log(I) = a.\log(E) + b.\log(K + Pu + Tr) + e.\log(UT) + f$$

dans lesquelles on considère que ce n'est pas chaque élément du capital -public ou privé- qui joue un rôle dans le développement mais bien plutôt leur association (de par des effets de complémentarité, de synergie...). Les additionner revient à accorder à chacun d'eux le même poids -égal à 1- et donc à postuler qu'ils interviennent de façon identique. Il s'agit très probablement là d'une hypothèse simplificatrice ; c'est néanmoins celle qui a été adoptée pour, dans un premier temps au moins, tester la sensibilité des résultats face à ce type de combinaisons.

Les stocks de capital en question ont été considérés à des dates différentes. Il faut en effet souvent un certain délai avant que des équipements (publics ou privés) soient pleinement utilisés et de nature à jouer un rôle effectif. Il faut en outre souvent plusieurs années pour les réaliser et leur effet est en général double : un effet immédiat, au moment de leur construction, et un effet de plus long terme lors de leur utilisation réelle, après leur mise en service.

Introduire de la sorte des variations temporelles permet par ailleurs d'examiner si capital privé et capital public interviennent de façon semblable (avec une même "ancienneté") ou bien si l'un et l'autre ont des durées de "maturation" différentes (s'il faut un temps plus ou moins long avant qu'ils ne soient liés au développement).

Aussi si t est la date à laquelle est évalué le développement, les équations s'expriment sous la forme :

$$\log(I_t) = a.\log(E_t) + b.\log(K_{t1}) + c.\log(P_{t2}) + d.\log(T_{t3}) + e.\log(UT) + f$$

avec :

$$t1 = t-1 \text{ ou } t-2 \text{ ou } t-3$$

$$t2 = t-1 \text{ ou } t-2 \text{ ou } t-3$$

$$t3 = t-1 \text{ ou } t-2 \text{ ou } t-3$$

$t1, t2$ et $t3$ pouvant être différents.

Note :

La relation de Cobb-Douglas traditionnelle implique la présence d'un trend temporel. Néanmoins, dans les modélisations obtenues en incluant ce trend, les variables étudiées et sur lesquelles on souhaite porter l'attention étaient en général peu significatives, leur élasticité fortement variable et c'est au "trend" lui-même que revenait l'essentiel du "pouvoir explicatif".

Il a donc été choisi de ne pas l'introduire, pensant qu'il s'agissait là d'une variable qui "nuisait" au modèle davantage qu'elle ne servait à l'améliorer et que, par ailleurs ce trend avait un sens économique assez faible pour cette période de modélisation relativement courte.

2.2 - Une approche inter-temporelle et une approche inter-spatiale

Sur la base de ce qui vient d'être présenté, considérant que le développement est susceptible de différenciations temporelles (il ne s'agit pas, de toute évidence, d'un mouvement linéaire : des crises risquent de l'altérer, des cycles divers se succèdent souvent...) et spatiales (chaque région réagit différemment selon la nature et le dynamisme de son tissu économique...), deux approches complémentaires ont été adoptées :

- dans l'une, que l'on peut qualifier d'inter-temporelle, les équations pré-citées ont été testées pour chaque région considérée de façon isolée (puis pour l'ensemble du pays), à partir de séries temporelles constituées de données statistiques couvrant une période s'étendant entre 1975 et 1989.

On postule donc là que chaque espace a un comportement particulier et relativement stable dans le temps.

Il est en outre possible de constituer des groupes de régions, considérés comme homogènes au regard de différents critères, d'examiner les résultats obtenus pour ces groupements et pour les entités qui le constituent et voir s'il existe entre eux une certaine convergence.

L'on peut ainsi -si cette convergence existe- aboutir à définir un modèle ayant une portée générale, s'il vaut pour tout espace élémentaire et pour l'ensemble, ou bien encore à une suite de fonctions particulières valant pour des zones plus limitées, traduisant en cela que l'on ne peut rendre compte de façon indifférenciée du développement, dans ses relations avec les dotations en infrastructures, sans tenir compte de dimensions et de spécificités régionales :

- dans l'autre, que l'on peut qualifier d'inter-spatiale, à la différence de la précédente où le comportement d'un espace est supposé homogène à travers les années, on formule l'hypothèse que, à un instant donné, tous les espaces ont un comportement relativement semblable dont rendra compte le modèle construit.

Ce n'est plus la dimension spatiale qui est à l'origine des variations des fonctions de production testées mais la dimension temporelle. On n'a plus autant d'équations que d'espaces observés, seulement autant que d'instant d'observation.

Aussi, les calculs ont-ils été conduits, pour l'ensemble des régions, en prenant en compte les indicateurs de développement à deux dates différentes : 1978 et 1988, relativement stables sur le plan économique et éloignées des années 1980 où se sont produits des phénomènes de crise et des mouvements de fluctuation auxquels les régions ont sans doute réagi différemment.

Les deux coupes transversales ainsi effectuées sont alors une autre façon d'approcher la réalité et l'on comparera les résultats auxquels elles permettent d'aboutir avec ceux obtenus grâce à l'approche décrite précédemment. Elles permettront aussi de saisir l'éventuelle évolution des situations, leur dynamique ou changement : c'est là une dimension qui peut être d'importance et que ne laissait pas saisir l'approche dite "inter-temporelle". L'une et l'autre sont donc bien complémentaires.

2.3 - Les données utilisées

• Les données régionales sont pour la plupart issues des publications annuelles de l'INSEE "Statistiques et Indicateurs des Régions Françaises". Les séries couvrent la période 1975-1989.

Par souci d'homogénéité, les séries, à l'origine en valeur, ont été exprimées en volume, en base 1980. Trois déflateurs différents ont été utilisés :

- le prix du PIB national, issu de la comptabilité nationale, pour les séries de Valeur Ajoutée,
- le prix des investissements des administrations en produit industriel, issu de la base de données du modèle macroéconomique de l'INSEE AMADEUS, pour les séries d'investissements publics.
- le prix de la Formation Brute de Capital Fixe de la branche industrielle, pour les séries d'investissements privés.

Ces déflateurs ont d'ailleurs des évolutions assez proches sur la période d'étude 1975-1989.

• Les **séries de stock de capital privé** ont été calculées de la manière suivante :

on disposait d'une part des valeurs du capital privé national, à partir de la base de données d'AMADEUS pour la période 1970-1989, et d'autre part de séries régionales de l'INSEE d'investissements annuels des industries de plus de 20 salariés, pour la période 1974-1987.

Pour évaluer le capital régional annuel, on a fait l'hypothèse que la part relative moyenne sur la période 74-87 des investissements cumulés régionaux dans les investissements cumulés totaux était la même que la part relative du capital régional dans le capital total.

Ceci a permis d'évaluer la valeur du stock de capital privé de chaque région à l'année 1974. Les valeurs ultérieures ont été calculées en ajoutant successivement les investissements à cette valeur initiale. On a donc considéré, de manière simplificatrice, qu'il n'y avait ni d'amortissement, ni de dépréciation du capital. Néanmoins, cette approximation est licite dans la mesure où la période considérée n'est pas trop longue.

D'autre part, la distinction entre investissement neuf et renouvellement de l'existant n'a pas pu être effectuée.

• Les **séries de stock de capital public** hors transport et de capital transport ont été évaluées de la manière suivante :

on disposait, pour 1977, des valeurs régionales de stock de capital public (cf étude de BIEHL, 1981) et des valeurs des investissements annuels de l'Etat et des collectivités locales issues des rapports régionaux de l'INSEE.

Ici, l'hypothèse a été faite que la part relative moyenne sur la période 75-89 des investissements cumulés transport dans les investissements cumulés publics totaux était la même que la part relative du capital transport dans le capital public total, et ce pour chaque région.

En appliquant ce ratio moyen, on a pu évaluer les stocks régionaux 77 de capital public hors transport et transport.

Les valeurs 75-89 ont été calculées en tenant compte des investissements régionaux annuels.

Dans la mesure où il s'agissait d'évaluations, des tests de sensibilité ont été effectués en modélisation, en prenant tantôt les valeurs minimales des ratios utilisés, tantôt les valeurs maximales.

Les élasticités obtenues pour les différentes variables explicatives et les différentes équations testées varient peu, seulement à la troisième décimale, et l'on peut donc considérer les valeurs moyennes comme représentatives.

• Le **taux d'utilisation des capacités de production** n'est connu que pour l'ensemble de la France. Pour éviter des approximations qui risquaient de fausser la réalité, il a été convenu que la valeur nationale vaudrait pour toutes les régions.

2.4 - D'importantes disparités régionales

Les variables présentent des niveaux et des évolutions différentes suivant les régions. Les tableaux ci-dessous récapitulent les valeurs des principales variables étudiées, permettent de cerner les ordres de grandeurs et les variations inter-régionales, qui sont de nature à influencer sur les résultats obtenus, leur plus ou moins forte convergence.

Le stock des infrastructures de transport a une valeur bien inférieure à celle des autres équipements

en millions de F80	Valeur ajoutée 89	EMPLOI en milliers	Stock privé 87	Stock public hors transp. 89	Stock transport 89
Alsace	101 745	674	141 456	58 265	7 266
Aquitaine	151 199	1 118	154 317	140 769	21 222
Auvergne	65 199	547	62 241	84 399	17 920
Basse Normandie	68 949	600	106 340	71 099	11 138
Bourgogne	86 240	655	91 238	94 193	16 036
Bretagne	134 991	1 169	67 725	123 484	30 038
Centre	130 794	983	221 515	127 063	15 531
Champagne-Ardenne	75 546	541	92 438	66 276	11 017
Franche-Comté	58 622	428	82 399	67 062	8 877
Haute Normandie	106 975	685	238 507	76 437	11 911
Ile de France	960 125	4 961	717 250	383 185	9 558
Languedoc-Roussillon	99 699	731	66 589	113 836	15 228
Limousin	34 083	312	32 230	52 066	9 856
Lorraine	113 237	823	241 760	96 964	15 206
Midi-Pyrénées	120 849	1 001	110 480	140 713	30 558
Nord-Pas de Calais	187 614	1 335	335 292	149 868	17 262
PACA-Corse	239 531	1 674	291 397	187 059	17 663
Pays de la Loire	158 548	644	155 326	141 211	18 731
Picardie	92 113	1 280	110 038	78 059	12 602
Poitou-Charente	79 035	648	59 095	90 858	15 584
Rhône-Alpes	314 095	2 206	493 883	240 425	25 344
FRANCE ENTIERE	3 378 530	22 967	3 871 517	2 577 062	335 527

Si les ordres de grandeur des stocks de capital privé et de capital public total sont, pour la dernière année étudiée, assez voisins (en moyenne et en F de 1980, ils s'élevaient, respectivement, à environ 68 000 F/habitant et 50 000 F/habitant), le stock transport représente en moyenne seulement 13% du capital public total. Soit encore un peu moins de 6 000 F/habitant, une valeur bien inférieure à celle des autres stocks.

Les différences inter-régionales sont moins fortes dans le domaine des équipements publics que dans celui des équipements privés

Derrière ces moyennes se cachent d'importantes différences entre les régions : exprimés en F de 1980/habitant, les valeurs ajoutées régionales -de 1989- varient dans un rapport de 1 à près de 2, les stocks de capital privé -de 1987- dans un rapport de 1 à près de 6, ceux de capital public -de 1989- dans un rapport de 1 à plus de 2.

en F80 par habitant	Valeur Ajoutée		Stock public hors transport		Stock TRANSPORT	
	1975	1989	1975	1989	1975	1989
Alsace	47 794	61 701	13 707	35 334	1 650	4 406
Aquitaine	40 395	34 271	30 508	50 527	4 774	7 617
Auvergne	37 552	48 511	36 198	62 797	7 838	13 333
Basse Normandie	39 640	49 285	33 009	50 822	4 923	7 961
Bourgogne	41 569	52 553	37 496	57 400	6 454	9 772
Bretagne	36 775	47 971	23 938	43 882	5 058	10 675
Centre	44 157	54 361	35 800	52 811	4 229	6 455
Champagne-Ardenne	47 135	54 625	28 457	47 922	4 728	7 966
Franche-Comté	46 679	51 878	27 547	59 347	4 091	7 856
Haute Normandie	53 944	61 199	21 285	43 728	3 920	6 814
Ile de France	67 839	90 017	7 514	35 926	196	896
Languedoc-Roussillon	35 400	47 932	29 475	54 729	4 236	7 321
Limousin	34 995	46 372	42 705	70 838	7 472	13 409
Lorraine	46 399	48 227	18 949	41 296	3 162	6 476
Midi-Pyrénées	33 992	49 876	36 366	58 074	7 932	12 612
Nord-Pas de Calais	41 064	46 775	11 767	37 364	1 573	4 304
PACA-Corse	44 536	51 446	15 371	40 176	1 668	3 794
Pays de la Loire	40 673	51 244	23 862	46 640	3 327	6 054
Picardie	43 661	50 335	25 506	42 655	4 420	6 886
Poitou-Charente	36 324	49 212	34 947	56 574	5 795	9 703
Rhône-Alpes	46 018	58 328	20 396	44 647	2 372	4 706
FRANCE ENTIERE	46 863	59 175	22 616	45 137	3 229	5 877

Les disparités semblent donc plus importantes dans le domaine des équipements productifs que dans celui des équipements publics : les premiers dépendent de décisions et d'intérêts privés et la recherche de profits, de localisations "bénéfiques" tient une grande place ; des principes d'égalité, des exigences de service minimum... président souvent à la création des seconds et conduisent à une relative homogénéité sur l'ensemble du territoire.

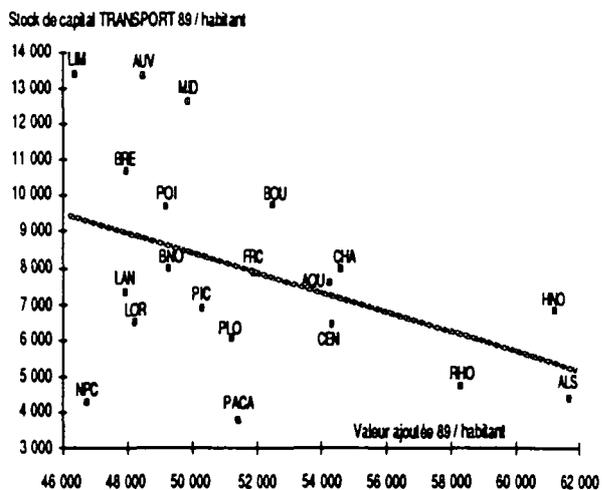
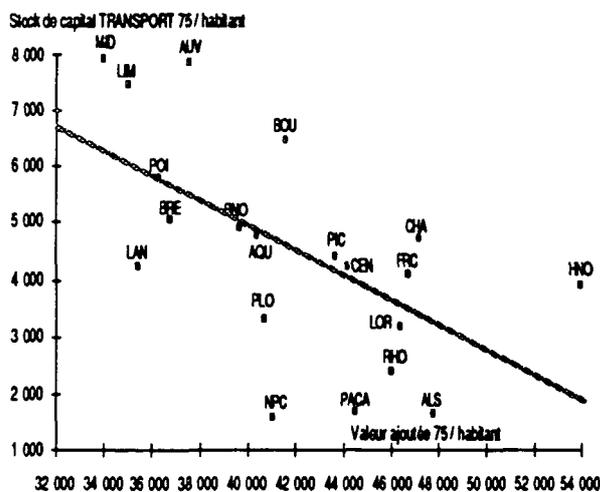
Une part variable pour les transports

Malgré tout, la place des transports dans l'ensemble des équipements publics est fortement variable : leur part relative varie entre 2 % pour la région Ile de France et 22 % pour la région Midi-Pyrénées (pour des valeurs respectives de stocks transports de 896 F/habitant et de 12 612 F/habitant).

Ceci provient très certainement de la construction des données de stock : à l'année initiale, leur part dans le total du capital public est égale à celle des investissements transports dans les investissements publics totaux, investissements tout deux cumulés sur l'ensemble de la période d'étude (Cf. Méthodologie).

Ainsi la part du stock de capital transport en Ile de France est-elle faible : les investissements ont été en majeure partie réalisés avant 1975. Néanmoins cette façon de procéder n'affecte pas les tendances d'évolution.

STOCK DE CAPITAL TRANSPORT et VALEUR AJOUTEE par habitant



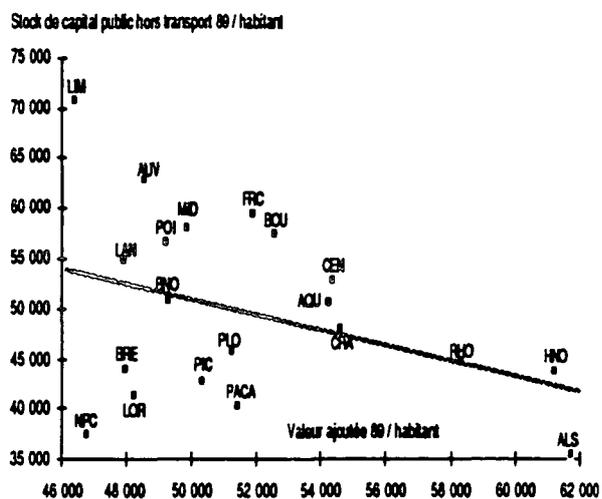
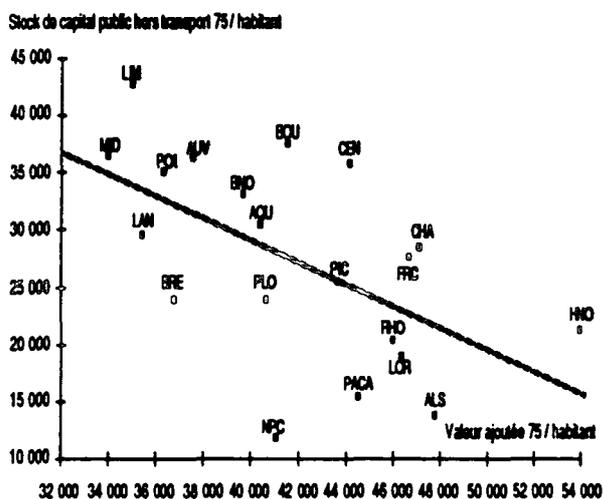
N.B. la droite représentée sur les graphiques est la droite de régression entre les deux variables.

Parmi les mieux équipées, on trouverait le Limousin, l'Auvergne (peu développées, peu peuplées et où les ratios exprimés sur une base précipitaire prennent donc des valeurs élevées) et aussi la Bretagne (en raison sans doute des investissements consentis dans le cadre du Plan Routier breton). Parmi les moins dotées figureraient l'Alsace, Rhône-Alpes, la Provence et le Nord-Pas de Calais.

Des différences semblables que l'on considère seulement les transports ou bien l'ensemble des équipements publics

Les différences se jouent pratiquement de manière identique lorsque l'on considère les équipements publics hors transports, représentés eux aussi par des valeurs de stocks exprimées en F 80/habitant (Cf. Graphiques ci-dessous). Ainsi, la dotation du Limousin et celle de l'Auvergne sont-elles les plus élevées cependant que le Nord-Pas de Calais, la Lorraine, la Provence et l'Alsace seraient encore les moins pourvues.

STOCK DE CAPITAL PUBLIC HORS TRANSPORT et VALEUR AJOUTEE par habitant



N.B. la droite représentée sur les graphiques est la droite de régression entre les deux variables.

Les régions les "moins développées" ne seraient pas les moins équipées, les "plus développées" les plus équipées, bien au contraire.

La dotation en équipements publics ne semblerait donc pas être un goulet d'étranglement pour le développement régional. Le manque d'investissement en la matière ne constituerait pas, en première analyse, un frein à l'essor ou, s'il l'était, ce ne serait pas vrai pour toutes les régions de manière identique.

Ainsi, sur le graphique où figurent les régions en fonction de l'importance de leur valeur ajoutée (en F/habitant) et de leur dotation en équipements publics ou en transports (également exprimée en F/habitant), on peut tracer une droite (de régression) représentant au mieux la relation entre les variables prises en compte et indiquant ce que devrait être le niveau théorique de développement de chacun compte tenu de son niveau d'équipement (et inversement).

Des régions situées sur cette droite ou à son immédiate proximité, on peut dire qu'elles ont un niveau de développement en accord, conforme avec leur dotation en équipements (pour les transports en 1989 par exemple, ce serait le cas de la Basse-Normandie, de la Champagne, de Rhône-Alpes...).

Celles situées en dessous de la courbe sont moins équipées que l'ensemble. Les infrastructures risquent d'être là sur-utilisées et des équipements nouveaux pourraient améliorer le développement. Ceux qui existent peuvent effectivement constituer des goulets d'étranglement (dans le Nord par exemple, en Lorraine et en Alsace...).

La situation est inverse pour celle situées au dessus de la droite : elles apparaissent comme sur-équipées par rapport à l'ensemble. De celles en particulier dont la valeur ajoutée est faible, on peut penser que leurs équipements sont sous-utilisés et que de nouveaux investissements publics ne conduiraient pas nécessairement à davantage de développement (par exemple encore en Auvergne, dans le Limousin...).

Des différences déjà anciennes

En 1975 existaient également des différences importantes : les valeurs ajoutées (exprimées en F/habitant) variaient également dans un rapport de 1 à près de 2, celles du capital public hors transports entre 1 et près de 4 (hors Ile de France qui avait à cette date là un patrimoine réduit) et celles des transports entre 1 et 5. Dans l'ensemble, les écarts dans les niveaux d'équipement - public- ont donc eu tendance à se réduire. Par ailleurs, l'Ile de France qui, sur une base précipitaire, se trouvait dans une position particulière, s'est sensiblement rapprochée du reste des régions.

La part relative des transports dans l'ensemble des équipements publics est restée pratiquement stable pour chaque région au cours du temps.

En effet la part des investissements transport dans les investissements publics totaux n'a guère varié durant la période 1975-1989.

Cela tient également au fait que les uns et les autres ont eu tendance à évoluer sensiblement au même rythme : soit environ d'à peu près 6,4 % par an en moyenne pour les équipements hors transports et 5 % pour les transports eux-mêmes. Pendant la même période, la valeur ajoutée et le capital privé croissaient moins rapidement : la première augmentait d'environ 2,3 % par an, le second de 2,7 %, c'est à dire à des taux relativement comparables.

Le graphique ci-joint indique quelles ont été au cours du temps les évolutions respectives des investissements privés et publics, pour l'ensemble de la France. La croissance des investissements privés a été particulièrement régulière, celle des investissements publics un peu plus heurtée.

Globalement encore, investissements publics hors transports et investissements transports ont crû de manière pratiquement semblable : les créations nouvelles ne sont donc pas exclusives les unes des autres. Il est juste quelques années où des "substitutions" ont pu se jouer : en 1980 par exemple, l'accent semble avoir été mis sur les transports "au détriment" des autres équipements.

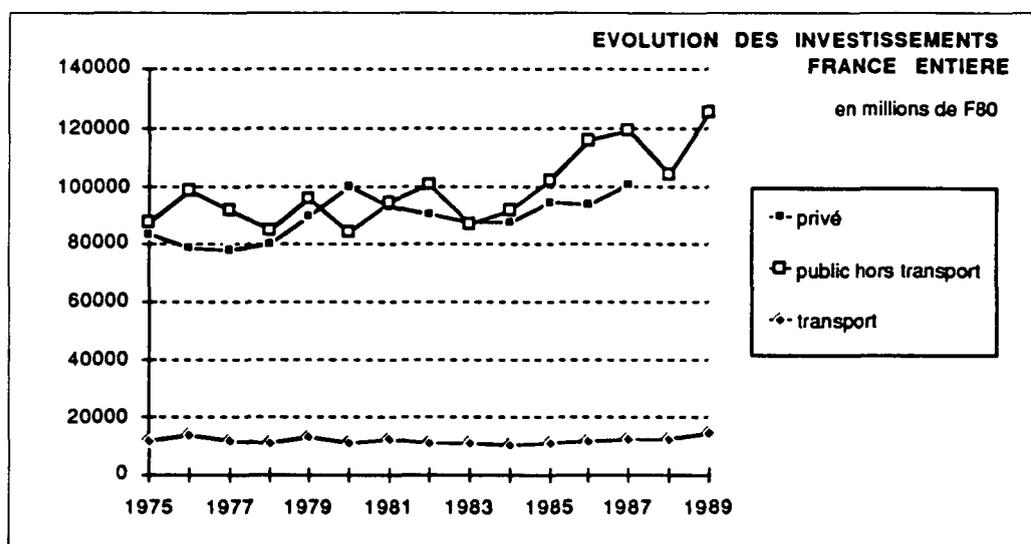
Les investissements, notamment dans le domaine des transports, demeurent modestes

Au fil des ans, le capital public et les transports prennent donc une place de plus en plus importante au sein de l'ensemble du patrimoine.

Les investissements sont pourtant modestes, et tout particulièrement dans le domaine des transports.

Ainsi, la part des équipements nouveaux par rapport à la dotation existante n'était (en 1985) que de 5 % dans les transports quand elle atteignait 9 % pour l'ensemble des autres types d'équipements. Les stocks se renouvellent ou se modifient donc très lentement.

L'importance encore faible du secteur des transports et des investissements en la matière peut encore être lue à travers les montants en jeu : un peu plus de 4 200 F (de 1980)/habitant pour le stock transports et moins de 200 F/habitant pour les investissements, quand le total du reste des équipements publics atteignait 25 000 F, et quand celui des investissements dépassait 1 800 F.



D'ores et déjà, on peut s'attendre à ce que les investissements, qui jouent un rôle effectif et important dans la réalité, aient dans les calculs effectués, une contribution encore marginale. Il deviendra pratiquement indifférent de considérer les stocks à une date donnée ou ceux de l'année précédente ou bien encore ceux de l'année suivante.

Importance des stocks d'infrastructure et des investissements, 1985, France entière

Valeur des stocks et des flux	en millions F80	en F80 / habitant
Equipements publics hors transport		
Stock	1 119 068	25 000
Investissements	101 754	1 830
Infrastructures de transport		
Stock	233 914	4 215
Investissements	10 818	195

Part relative des investissements dans le stock total en %

Equipements publics hors transport	9 %
Infrastructures de transport	5 %
Ensemble	8 %

Des rythmes d'équipement différents selon les régions, sans que les situations connaissent de profonds bouleversements

Par rapport à toutes ces tendances d'ensemble, on peut certes encore noter des divergences régionales.

C'est le cas, on l'a déjà évoqué, de l'Île de France : les stocks ont augmenté de plus de 12 % l'an.

C'est aussi celui du Nord-Pas de Calais et de l'Alsace : les taux d'évolution ont été supérieurs aux valeurs d'ensemble. Ceci n'a cependant pas été suffisant pour que ces deux régions comblent leur retard et rejoignent les autres (Cf. graphiques "Stocks et Valeur Ajoutée" ci-dessus).

Dans maintes régions (situées surtout à l'ouest et dans le centre de la France), les rythmes d'évolution ont été moindres que les progressions évaluées au niveau national. Cette tendance a la plupart du temps affecté simultanément les transports et les autres équipements et l'on n'a pas fait des uns au détriment des autres.

Parmi ces régions, on en trouve environ autant qui se sont développées selon le rythme d'ensemble que moindrement ou davantage. On ne saurait donc, à ce stade, tracer de lien univoque et général entre l'évolution de la richesse et celle des biens publics.

L'examen simultané des graphiques construits pour 1975 et 1989 montre par ailleurs que les positions des régions, à quelques exceptions près, se sont peu modifiées. Les moins développées ou les moins équipées sont globalement restées les mêmes, les mieux également.

3 - Les relations entre infrastructures et développement économique

3.1 - Les résultats de l'approche "inter-temporelle"

Des résultats satisfaisants en combinant capital privé et capital public

Divers modèles ont été expérimentés pour mettre en évidence les impacts des investissements publics, et plus particulièrement des investissements en infrastructures de transport, au niveau régional et national, sur la période 1975-1989.

Le premier modèle testé est le suivant :

●RELATION 1

$$\begin{aligned} \log(\text{valeur ajoutée}) &= a \log(\text{Emploi}) + b \log(\text{stock de capital privé}) \\ &+ c \log(\text{stock de capital public hors transport}) \\ &+ d \log(\text{stock de capital transport}) \\ &+ e \log(\text{taux d'utilisation des capacités de production}) + \text{constante} \end{aligned}$$

Comme on l'a expliqué dans la partie méthodologique, les variables de stock de capital ont été testées avec différents retards, afin d'estimer des effets de court terme ou de long terme des investissements sur la production régionale.

Ce modèle, qui aurait permis de mettre en évidence de manière claire l'impact des infrastructures de transport sur la production, n'apparaît malheureusement pas très approprié.

On s'attendrait en effet à ce que l'emploi, l'investissement privé et les investissements publics, agissent de manière complémentaire, et positivement, sur la production régionale. Or, si les résultats des tests statistiques sont satisfaisants pour l'ensemble des régions, certaines élasticités apparaissent significativement négatives, ce qui n'a pas tellement de sens économique (cf résultats en annexe ...). De plus les élasticités des investissements publics hors transport et transport sont rarement significatives en même temps.

Ces résultats surprenants peuvent être le fait de corrélations importantes entre les stocks de capital public hors transport et transport.

Aussi, dans un deuxième temps, le stock de capital public et de capital transport ont été agrégés, en vue d'améliorer la modélisation.

●RELATION 2

$$\begin{aligned} \log(\text{valeur ajoutée}) &= a \log(\text{Emploi}) + b \log(\text{stock de capital privé}) \\ &+ c \log(\text{stock de capital public hors transport} + \text{stock de capital transport}) \\ &+ d \log(\text{taux d'utilisation des capacités de production}) + \text{constante} \end{aligned}$$

Néanmoins les résultats obtenus ne sont pas plus concluants que pour la relation 1, malgré de nombreux essais sur les temps de réponse aux différents stocks de capital.

Ensuite, nous avons testé la combinaison capital privé + capital public + capital transport

●RELATION 3

$$\begin{aligned} \log(\text{valeur ajoutée}) &= a \log(\text{Emploi}) \\ &+ b \log(\text{capital privé} + \text{capital public hors transport} + \text{capital transport}) \\ &+ c \log(\text{taux d'utilisation des capacités de production}) + \text{constante} \end{aligned}$$

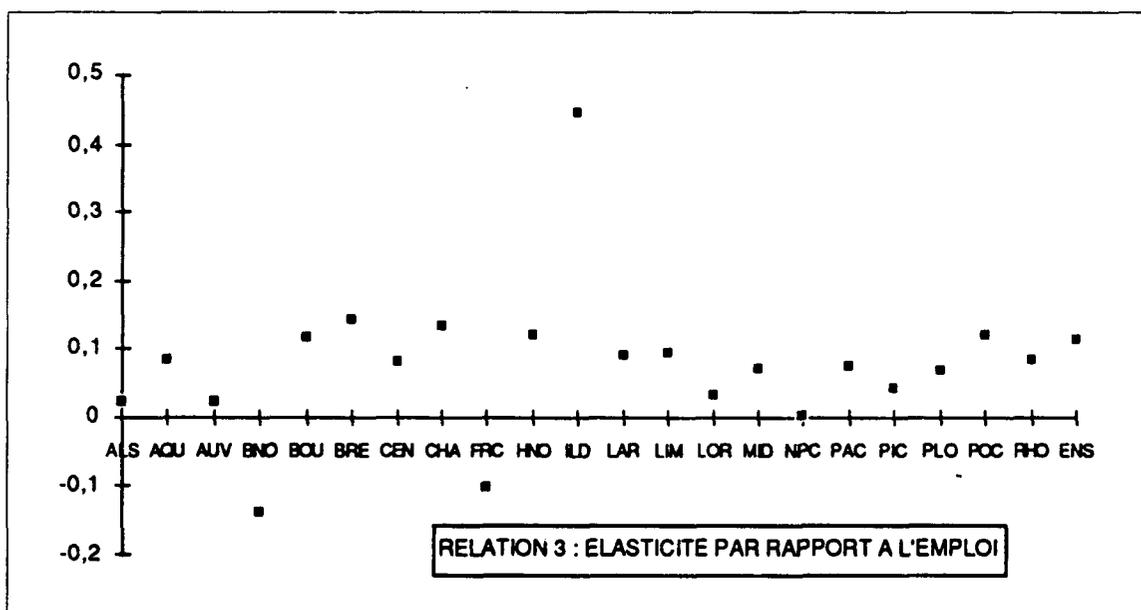
De meilleurs résultats si l'on prend en compte la somme des investissements publics et privés, plutôt que les seuls investissements privés.

La formulation la plus intéressante est celle agrégeant les investissements privés et publics transport et hors transport.

Si les R2 sont un peu plus faibles que pour les deux formulations précédentes, les statistiques de Durbin-Watson restent satisfaisantes.

De plus les élasticités sont presque toujours significatives, variant moins d'une région à l'autre, et dans des ordres de grandeurs s'apparentant aux relations de Cobb-Douglas traditionnelles.

Pour la majorité des régions, les élasticités à l'emploi sont proches de 0,1, comme le montre le graphique suivant. On observe toujours des élasticités négatives pour la Basse-Normandie et la Franche Comté, qui s'expliquent encore ici par des évolutions opposées de l'emploi et de la valeur ajoutée. Pour la région Ile de France, l'élasticité à l'emploi est beaucoup plus élevée (0,44) ce qui traduirait une sensibilité à l'emploi plus importante que pour l'ensemble des régions françaises.



Les élasticités au capital agrégé public et privé sont toutes positives, et varient entre 0,2 et 0,8. Pour l'ensemble de la France cette élasticité est de 0,47.

Nous avons essayé de mettre en évidence des liens entre la valeur des élasticités et la valeur du PIB régional ou le niveau des stocks publics et privés, pensant que les stocks de capitaux privés avaient d'autant plus d'influence sur la production régionale que la région était peu développée par exemple, ou que les infrastructures existantes étaient insuffisantes.

Mais les résultats obtenus ne permettent ni d'infirmer, ni de confirmer cette hypothèse.

L'élasticité obtenue pour l'ensemble de la France semble refléter toutefois un comportement moyen, comme le montre le graphique suivant.

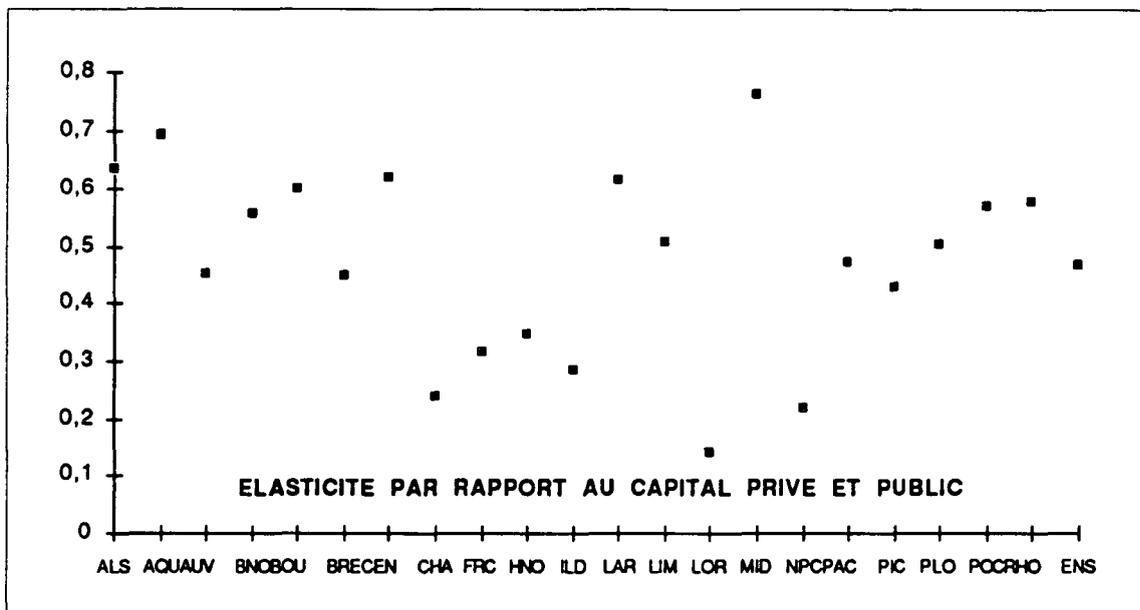
Le modèle étudié donne un même poids aux stocks de capital privé et public, et le retard est le même pour les deux variables. Dans la plupart des cas, on met en évidence une influence significative du capital de l'année précédente.

Néanmoins il serait intéressant, dans un prolongement de cette étude, d'évaluer l'influence d'une combinaison plus complexe, qui mettrait en évidence un impact différencié du capital privé et du capital public.

Une relation plus générale de la forme :

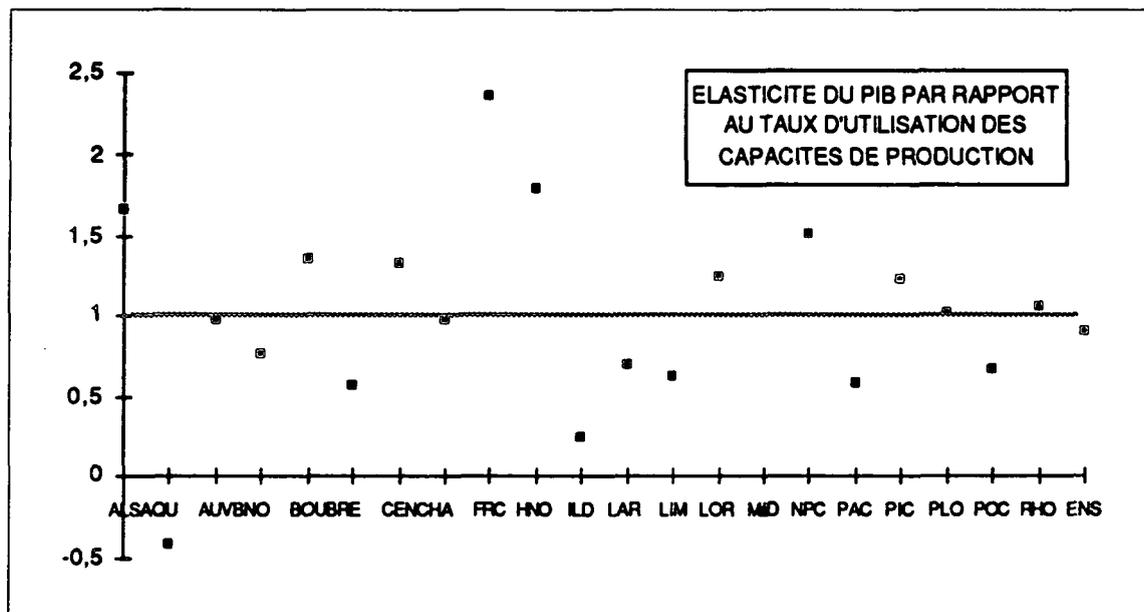
$$\log (a \cdot \text{stock de capital privé (t1)} + (1-a) \cdot \text{stock de capital public (t2)})$$

que, pour des raisons de temps, nous n'avons pas pu étudier, devrait fournir des résultats intéressants.



L'élasticité au taux d'utilisation des capacités de production, significative dans la majorité des équations, varie, sauf pour trois régions, entre 0,5 et 1,5. Pour l'ensemble de la France elle s'élève à 0,91.

On retrouve presque la formulation traditionnelle des fonctions de production type Cobb-Douglas où la capacité de production (rapport entre la production et le taux d'utilisation des capacités de production) est expliquée par un facteur capital et un facteur travail.



Pour l'ensemble de la France, le modèle présentant les résultats statistiques les plus satisfaisants est le suivant :

$$\begin{aligned} \log(\text{valeur ajoutée}) &= 0,11437 \log(\text{Emploi}) && (2,15) \\ &+ 0,4675 \log(\text{stock de capital privé (t-1)} + \text{capital public total(t-1)}) && (9,78) \\ &+ 0,90619 \log(\text{taux d'utilisation des capacités de production}) + 6,6396 && (3,02) \quad (14,30) \end{aligned}$$

R²=0,9725

DW=1,75

La modélisation en fonction du stock de capital privé permet d'obtenir également des résultats significatifs. Néanmoins, pour l'ensemble des équations, les valeurs des tests de Durbin-Watson sont dans la zone de doute et l'on ne peut pas déduire s'il y a ou non auto-corrélation des résidus. Dès que l'on ajoute les stocks de capital public totaux, les résultats des tests de Durbin-Watson se trouvent dans la zone de - des résidus. La prise en compte des stocks de capitaux publics améliore donc la modélisation de l'indicateur de développement régional.

Les élasticités à l'emploi restent stables dans les deux approches, mais l'élasticité au stock de capital privé est souvent plus élevée que l'élasticité à la somme "capital privé + public".

Pour l'ensemble de la France, le modèle présentant les résultats statistiques les plus satisfaisants est le suivant :

$$\begin{aligned} \log(\text{valeur ajoutée}) &= 0,09169 \log(\text{Emploi}) && (2,00) \\ &+ 0,71149 \log(\text{stock de capital privé (t-2)}) && (13,26) \\ &+ 1,16813 \log(\text{taux d'utilisation des capacités de production}) + 3,4795 && (5,96) \quad (6,84) \end{aligned}$$

R²=0,9861

DW=2,52

CONCLUSION :

La prise en compte des stocks d'investissement public hors transport et transport améliore la modélisation des fonctions de production.

Néanmoins leur influence ne peut être mise en évidence de manière spécifique, et ce n'est qu'en agrégeant les stocks d'investissements privés et publics qu'on obtient des résultats acceptables.

Les résultats varient beaucoup d'une région à l'autre mais les élasticités estimées pour l'ensemble de la France sont représentatives d'un comportement moyen.

Ainsi on met en évidence :

- une élasticité de 0,1 de la valeur ajoutée nationale à l'emploi
- une élasticité de 0,47 à la somme "capital privé + capital public total" de l'année précédente
- une élasticité de 0,91 au taux d'utilisation des capacités de production.

3.2 - Les résultats de l'approche "inter-spatiale"

Une stabilité certaine des résultats

Les fonctions construites pour 1978 et 1988 à partir des données concernant l'ensemble des régions diffèrent, encore que ce soit de façon relativement légère, de ceux obtenus à l'aide de la méthode précédente (Cf. Tableau ci-dessous).

Fonctions de production obtenues dans l'approche "inter-temporelle" (1) pour l'ensemble de la France et dans l'approche "inter-spatiale" (2)

$$(1) \log (VA_t) = 0,07 \log (E_t) + 1,62 \log (Pr_{t-1}) + 0,26 \log (Pu_{t-2}) - 0,62 \log (Tr_{t-2}) + 0,55 \log (UT) - 6,35$$

$$(2) \log (VA_{88}/UT_{88}) = 0,41 \log (E_{88}) + 0,05 \log (Pr_{87}) + 0,05 \log (Pu_{86}) - 0,08 \log (Tr_{86}) + 0,915$$

$$(1) \log (VA_t) = 0,08 \log (E_t) + 1,07 \log (Pr_{t-1}) - 0,17 \log (Pu_{t-1} + Tr_{t-1}) + 0,90 \log (UT) + 0,62$$

$$(2) \log (VA_{88}/UT_{88}) = 0,41 \log (E_{88}) + 0,06 \log (Pr_{87}) + 0,01 \log (Pu_{87} + Tr_{87}) + 0,67$$

$$(1) \log (VA_t) = 0,11 \log (E_t) + 0,47 \log (Pr_{t-1} + Pu_{t-1} + Tr_{t-1}) + 0,91 \log (UT) + 6,64$$

$$(2) \log (VA_{88}/UT_{88}) = 0,43 \log (E_{88}) + 0,20 \log (Pr_{87} + Pu_{87} + Tr_{87}) + 0,49$$

$$(1) \log (VA_t) = 0,09 \log (E_t) + 0,71 \log (Pr_{t-1}) + 1,17 \log (UT) + 3,48$$

$$(2) \log (VA_{88}/UT_{88}) = 0,94 \log (E_{88}) + 0,15 \log (Pr_{87}) + 1,52$$

Notes :

- Cf. Annexe (Tableaux 1 et 2) pour des résultats plus détaillés ;
- en italique figurent les facteurs non significatifs ;
- le taux d'utilisation des capacités de production UT intervenant dans les équations de type (1) avec une élasticité voisine de 1, il a été choisi, pour des raisons de commodité statistique, de retenir VA/UT comme variable exogène dans les équations de type (2).

En premier lieu, il convient de noter que, dans les résultats de 1978 ou dans ceux obtenus pour 1988, les relations conservent une certaine stabilité.

Les élasticités des divers facteurs demeurent en effet pratiquement constantes dans les équations de forme voisine : les coefficients de corrélation, les coefficients des variables ne varient pratiquement pas lorsqu'à VA/UT on associe des éléments identiques de capital dont seule varie la date de prise en compte (Cf. Annexe -Tableaux 1 et 2- pour des résultats plus détaillés).

Cette stabilité gagerait de l'adéquation du modèle testé et des données utilisées à la réalité que l'on cherche à appréhender, les différences avec les résultats issus de la méthode "inter-temporelle" provenant simplement de différences dans la manière de procéder.

Les résultats font montre d'une certaine convergence dans les deux approches

Preuve de cette adéquation pourrait être le fait que, par l'une ou l'autre des deux voies, l'on reste proche des fonctions habituelles de type Cobb-Douglas dans leur version la plus simple (prenant en considération uniquement capital privé et travail), les corrélations étant relativement élevées et les facteurs de production -capital et travail, seules variables exogènes-, intervenant de façon significative sur le plan statistique.

Preuve encore en serait le fait que ce sont souvent les mêmes variables endogènes qui ont -ou n'ont pas- un "pouvoir explicatif" dans l'un et l'autre cas. Ainsi, par exemple, le stock public d'infrastructures apparaît-il comme n'étant pas significatif dans les deux premières équations. C'est aussi le cas de l'ensemble du capital public dans les deux équations suivantes.

Les variables endogènes ont en outre le même signe dans les deux types de fonctions. Ainsi en va-t-il par exemple des infrastructures de transport dans les deux premières équations. Sans doute les élasticités diffèrent-elles. A ce premier stade cependant, l'on ne s'attachera pas trop à ces différences ; importe davantage la forme des relations, et leur sens (positif ou négatif), avec les variables retenues.

Lorsque les facteurs sont considérés isolément, leur contribution est difficile à interpréter

L'on peut considérer, rapidement, la place tenue par chacun des facteurs dans les diverses équations et la comparer :

- l'emploi E est, on l'a vu, rarement significatif dans les équations du type (1). Il l'est plus fréquemment dans les équations (2), ce qui semble plus conforme à la réalité (l'état de développement dépend à n'en pas douter du volume d'emploi). Cependant, il figure avec une élasticité -et qui demeure dans pratiquement toutes les équations de type (2)- particulièrement élevée (supérieure à 0,40) et c'est même lui qui ressort comme "variable première" (alors que ce rôle revenait au capital privé dans l'approche précédente);

- le capital privé Pr apparaît toujours comme facteur significatif. Son élasticité est cependant fort variable (peut-être en raison d'une forme de "biais" statistique tenant à l'importance des coefficients attachés aux autres facteurs) ;

- le stock d'infrastructures de transport Tr et le stock d'équipements publics Pu, lorsqu'ils sont considérés de façon isolée, ou simplement associés, ne sont pas toujours significatifs et ont des élasticités variables. Les modélisations qui les font intervenir sous cette forme sont donc peu satisfaisantes..

C'est la combinaison capital privé-capital public qui conduit aux meilleurs résultats

C'est seulement lorsqu'ils sont combinés avec le capital privé (5ème et 6ème équations) que ces deux facteurs particuliers (Pu et Tr) reçoivent sens. On retrouverait là le fait qu'ils ne sont pas, à eux seuls, capables de promouvoir le développement, qu'ils en sont des conditions nécessaires mais pas suffisantes, des éléments d'accompagnement, le rôle moteur revenant aux investissements privés.

Les résultats montreraient également à nouveau que c'est dans leur association qu'ils sont les plus significatifs, les plus liés au développement. Non pas que les coefficients de corrélation soient plus élevés quand on procède de la sorte ; mais plutôt de par le fait que c'est seulement lorsqu'on effectue ces combinaisons que tous les facteurs retenus deviennent significatifs, ce qui semble réaliste puisque ce sont autant "d'ingrédients" nécessaires au développement.

Des résultats peu significatifs pour 1978

Au-delà de cette comparaison entre les résultats de l'approche "inter-temporelle" et de ceux de l'approche "inter-spatiale", l'on a mentionné que l'un des intérêts des coupes transversales effectuées à des dates différentes était de pouvoir raisonner en termes d'évolution.

Les calculs, identiques, conduits pour 1978 et 1988, aboutissent à des résultats fort différents (Cf. Annexe).

Les coefficients de corrélation sont faibles, les facteurs sont rarement significatifs dans les équations construites pour 1978 (et ce, qu'on les considère de façon isolée ou dans leur association). Le capital privé Pr ne jouerait pas grand rôle dans l'équation usuelle de type Cobb-Douglas. Le développement régional, à ce moment-là, serait donc mal représenté par le modèle testé, plus apte à rendre compte de la situation en 1988.

Il est délicat, à ce stade, de tirer plus ample conclusion.

La validité des données utilisées ne semble pas devoir être remise en cause : on l'a évoqué, les équations demeurent stables, que l'on associe VA/UT à des éléments de capital -Pr, Pu, Tr ou leurs combinaisons- évalués à des dates différentes (1977, 1976 ou 1975).

Pourrait-on penser que les valeurs considérées sont alors trop dépendantes des modes d'évaluation et de valorisation adoptés (Cf. section 2-2) et en cela, éloignées de la réalité, davantage que celles valant pour 1988 qui elles intègrent les investissements réels faits au cours de la période ? Il est difficile de répondre.

D'autres "raisons" peuvent jouer.

Doit-on par exemple voir là précisément une inadéquation du modèle lui-même et des hypothèses qui le sous-tendent à la conjoncture de 1978, moment de mutation économique précédant une période de crise ? Ou bien encore les résultats sont-ils à considérer comme le reflet d'une diversité des situations régionales à cette date-là dont ne pourrait qu'imparfaitement rendre compte un schéma simple et unique ?

CONCLUSION :

Les résultats sont stables entre 1978 et 1988, bien que moins significatifs en 1978. Ils vont dans le même sens que ceux de l'approche Inter-temporelle.

L'emploi a une influence plus grande sur la production que dans l'approche Inter-temporelle. Dans tous les cas examinés, l'élasticité à l'emploi est supérieure à 0,40.

Comme dans l'approche Inter-temporelle, c'est la combinaison capital privé+capital public qui conduit aux meilleurs résultats.

Cette combinaison intervient avec un délai d'un an et une élasticité de 0,20 sur la production de l'ensemble des régions.

4 - DES RELATIONS DE CAUSALITE, DE COLINEARITE

Utilisant essentiellement l'approche "inter-spatiale" (toutes les régions considérées à une même date, en l'occurrence 1985), l'on a cherché à explorer des points laissés dans l'ombre par la construction des fonctions de production à laquelle on s'est attaché.

On raisonnait alors comme si les infrastructures étaient de nature à promouvoir le développement, comme si elles jouaient un rôle causal. L'on pourrait aussi prétendre qu'à l'inverse, plus les régions sont "riches", plus elles peuvent consacrer à leur équipement en capital public : c'est alors l'état de développement qui expliquerait que la dotation en infrastructures soit plus ou moins abondante. On a cherché (section 4.1) à expliciter ces éventuelles relations de causalité.

Brièvement, il a été fait état des difficultés à faire figurer simultanément, dans une équation donnée, des stocks (les dotations existantes) et des flux (les investissements). Les uns et les autres ne sont peut-être cependant pas sans liens : les équipements neufs peuvent être réalisés pour combler des manques (dans des régions peu dotées) ou bien pour résorber des goulets d'étranglement (là où existent de fortes dotations arrivant à saturation dans leur utilisation)... On a également cherché à expliciter ces éventuelles relations de colinéarité (section 4.2).

4.1 - Des relations de causalité

Les infrastructures "provoquent-elles" le développement ou bien est-ce l'inverse ?

Pour tenter de répondre à cette question, on a adopté une méthode assez simple mais qui pouvait se révéler probante : des calculs de régression ont été effectués, mettant la valeur ajoutée de 1985 (variable exogène) en relation tantôt avec les investissements (variables endogènes) faits au cours des 3 années précédentes (1982, 1983 et 1984), tantôt avec ceux des 3 années suivantes (1986, 1987 et 1988). Semblable opération a été effectuée pour 1975, les années qui ont précédé et celles qui ont suivi (Cf. Annexe -Tableaux 5 et 6-pour des résultats détaillés).

Plusieurs alternatives peuvent se présenter :

- si les relations sont meilleures avec les investissements passés (qu'avec les investissements réalisés après la date d'observation), les infrastructures peuvent être considérées comme ayant joué un rôle **-causal-** dans le développement ;
- si la situation est inverse, c'est le niveau de développement qui explique que les investissements sont plus ou moins abondants ;
- si des relations existent et sont aussi fortes dans un cas et dans l'autre, on ne peut conclure quant à la contribution effective des équipements au développement et seulement constater l'existence d'inter-relations entre les deux. Schématiquement, l'on pourrait avancer qu'il en est autant des uns pour "déterminer" l'autre que l'inverse.

De bonnes relations avec les stocks et les investissements publics hors transport

Si l'on examine les équations obtenues (Cf. Tableau 5 en Annexe) lorsqu'on met en relation la valeur ajoutée VA de 1985 et les stocks (PU) ou les investissements publics hors transport (IPU), on constate que les coefficients de corrélation sont élevés, plus encore pour les seconds que pour les premiers. Le développement apparaît donc bien comme lié à la dotation en infrastructures, et plus encore à son renouvellement et à son extension qu'à sa valeur même.

Les coefficients des variables retenues semblent significatifs mais "d'une portée encore incertaine" (les résultats des tests de Durbin-Watson sont peu probants). Si l'on devait faire état de la forme des équations obtenues, ce pourrait être :

$$\text{VA85} = 37,67 \text{ IPU88} + \text{constante}$$

ou encore

$$\log(\text{VA85}) = \log(\text{IPU82}) + \text{constante}$$

Des relations d'inter-dépendance plus que des liens de causalité

Ceci montre en outre que le développement peut tout aussi bien être mis en relation avec les investissements "passés" qu'avec les investissements ayant suivi. Les coefficients de corrélation entre le stock public et la valeur ajoutée de 1985 augmentent au cours du temps : la relation entre les deux serait meilleure si l'on envisage le stock de 1989 que si l'on retient celui de 1982. On ne peut donc conclure à l'existence manifeste d'un fort lien de causalité et tout au plus peut-on parler de dépendance mutuelle.

Des liens plus intenses avec les investissements les plus "anciens" et avec ceux d'un futur le plus éloigné ?

Une précision peut néanmoins être apportée : si l'on considère en effet les valeurs des coefficients de corrélation entre la valeur ajoutée et les investissements, les différences selon les années sont certes faibles mais on constate qu'elles sont élevées pour la date la plus ancienne, plus faibles ensuite et augmentent à nouveau pour atteindre une sorte de maximum où l'équation prendrait tout son sens.

Tout se passe un peu comme si des temps de "maturation" étaient nécessaires, comme si se jouaient des effets-retards.

Comme s'il avait en effet fallu 3 années (entre 1982 et 1985) pour que les investissements consentis en 1982 "contribuent" au développement (étant liés à lui). Comme si, également, ceux de 1983 étaient trop récents pour avoir une "efficacité". Comme si encore le lien se nouait à nouveau avec ceux de 1984 du fait peut-être d'effets -immédiats- au moment de leur construction. Comme si, enfin, il fallait attendre 1988 avant que la richesse produite en 1985 soit utilisée et que l'on investisse à nouveau (délai qui peut être nécessaire pour que soient prises les décisions et réalisés les équipements). Parcourrait-on ainsi des sortes de cycles ?

Leur mise en évidence effective demanderait que soient conduites des études sur des périodes plus longues que celle que l'on a retenue.

Une faible dépendance à l'égard des transports

Que l'on considère les dotations ou les investissements, les liens entre le développement et les infrastructures de transport sont faibles (les coefficients de corrélation n'atteignent pas 0,10).

Ils existent cependant dans la réalité ; les calculs statistiques le laissent mal apparaître. Peut-être est-ce en raison de la faible importance (dont on a fait état), sur le plan numérique, de ce secteur.

Et l'on ne saurait voir là de contradiction avec ce qui a pu être avancé précédemment (section 3-2), au vu des équations construites où les transports apparaissent comme plus significatifs que le reste des équipements publics.

Il n'y a là de paradoxe qu'apparent. Ceci pourrait en effet signifier que, seuls, ils ne jouent pas ou peu de rôle. Pour qu'ils le fassent, ils devraient être associés à d'autres facteurs de production (emploi, capital...) et être insérés dans des "combinaisons productives" (dont feraient partie les

Par voie de conséquence, de bonnes relations avec l'ensemble des équipements publics

La majeure partie des stocks et des investissements publics étant, on l'a mentionné, constituée par des équipements autres que les transports, il va de soi que les relations entre le développement et les infrastructures considérées dans leur ensemble sont sensiblement identiques à celles obtenues en ne tenant pas compte du secteur des transports : on retrouve de bonnes relations entre la valeur ajoutée et les stocks, de meilleures avec les investissements et, à nouveau, l'on peut pressentir l'existence de liens de dépendance mutuelle, sans pouvoir tracer le sens effectif des causalités.

Ajouter les transports aux autres types d'équipements ne fait qu'atténuer légèrement la force des liens mais ne change pas leur nature.

Des combinaisons d'investissements ?

Les investissements, surtout s'il s'agit d'équipements de grande taille, sont rarement réalisés en une seule année. Ils s'insèrent souvent dans des programmes pluri-annuels. Selon leur "ancienneté" cependant, ils peuvent ne pas jouer tout à fait le même rôle.

Aussi a-t-on essayé de construire des équations semblables à celles qui viennent d'être présentées, en faisant intervenir simultanément les investissements des 3 années passées ou futures ou encore leur somme (et ils ont alors un poids identique et égal à 1).

Les résultats (Cf. Tableau 3 en Annexe) sont sensiblement identiques à ceux obtenus en procédant (Cf. supra) de façon isolée : les relations de la valeur ajoutée (de 1985) avec les investissements publics en général sont bonnes, elles le sont beaucoup moins avec les transports. A peine pourrait-on dire qu'elles sont légèrement plus significatives dans le premier cas.

Ils prendraient en outre davantage de sens lorsque les calculs sont effectués avec les investissements cumulés plutôt qu'avec chacun d'eux considéré séparément et l'on pourrait, par exemple, écrire :

$$VA_{85} = 11,73 (I_{82} + I_{83} + I_{84}) - 41\ 188 \quad (R^2 = 0,933)$$

avec I_t : volume des investissements publics totaux à l'année t

Si combinaison des investissements il y avait, elle serait de forme simple : une simple somme et tous joueraient le même rôle, auraient le même poids (égal à 1), quelle que soit leur année de réalisation.

L'équation :
$$VA_{85} = 9,56 (I_{86} + I_{87} + I_{88}) - 42\ 973 \quad (R^2 = 0,964)$$

serait tout autant significative que la précédente, montrant que les liens sont aussi étroits avec les investissements "après" qu'avec les investissements "avant". A nouveau donc, il n'est pas possible de préciser quel est le sens des causalités. C'est bien sans doute d'inter-dépendance dont il s'agit.

Une grande similitude entre les résultats obtenus pour 1975 et ceux de 1985

A quelques nuances près, les résultats des calculs effectués pour l'une et l'autre date diffèrent peu : cette convergence confère une certaine fiabilité aux relations qui ont pu être mises en évidence et assure également qu'elles perdurent au cours du temps.

Il est juste un point de différence important que l'on peut mentionner : les corrélations entre la valeur ajoutée et les divers stocks de capital sont moins fortes en 1975 qu'en 1985.

De plus les relations sont meilleures entre la valeur ajoutée et les investissements qu'avec les stocks.

4.2 - Des relations de colinéarité

Quelles sont les relations entre les dotations et les investissements, entre les stocks existants et les flux annuels ?

Pour tenter de répondre à cette question ont été effectués des calculs de régression, mettant en relation les investissements d'une année donnée (1985), le stock de cette année-là et celui des années antérieures (1983 et 1984). On aurait également pu chercher à lier le stock d'une année précise aux investissements ultérieurs ; les résultats auraient sans doute été fortement semblables dans la mesure où le volume annuel des investissements change peu.

De bonnes et positives relations entre les dotations et les investissements

Si l'on examine les résultats obtenus (Cf. Tableau 4 en Annexe), on constate que, que à la fois dans le domaine des transports ou dans celui des autres équipements publics et bien entendu pour l'ensemble, les liens entre les stocks et les flux sont relativement étroits et que les plus affirmés sont ceux qui existent entre le stock et les investissements de 1985. Les dotations plus anciennes importeront moins. Et l'on aurait, par exemple :

$$IPU_{85} = 0,08 PU_{85} - 32,65 \quad (R^2 = 0,844)$$

avec IPU_{85} investissements publics hors transports en 1985

Relation dans le temps qu'il est difficile d'interpréter.

Importe davantage, très probablement, le fait que, quel qu'en soit le domaine et l'année considérés, les corrélations sont positives : les investissements sont d'autant plus importants que le sont les stocks existants.

Il y aurait donc une tendance globale, valable à travers les régions, à ce que le patrimoine public croisse là où il est déjà abondant. Irait-on alors vers une accentuation des différences - voire des inégalités - inter-régionales en la matière ?

CONCLUSION :

Il existe de bonnes relations - en 1985 surtout - entre le niveau de développement et les dotations ou les investissements publics transports et hors transports.

Les liens sont plus étroits avec les investissements anciens (t-3) qu'avec les plus récents : comme s'il fallait un certain délai avant que les équipements jouent un rôle.

Les investissements sont généralement d'autant plus importants que le sont les stocks existants.

On ne peut conclure quant au sens des causalités entre les investissements publics et le niveau de développement. On met en effet en évidence d'aussi bonnes corrélations entre la valeur ajoutée à une date donnée et les investissements qui ont précédé ou ceux qui ont suivi.

5 - Quelques observations...

Les résultats de l'approche inter-temporelle et de l'approche inter-spatiale nous ont montré que non seulement les investissements privés, mais aussi les investissements publics, étaient liés au développement économique régional. Néanmoins ce n'est qu'en combinant ces deux formes de stocks de capital que l'on parvient à des conclusions acceptables.

Il n'a pas été possible, dans l'une ou l'autre des deux approches, de mettre en évidence de manière spécifique le rôle des investissements publics.

Il serait intéressant, dans une prolongation de cette étude, de tester des combinaisons plus complexes des stocks de capital publics et privés, de la forme suivante :

"log (a * stock de capital privé (t1) + (1-a) * stock de capital public (t2))"

Les difficultés que nous avons connues sont peut-être liées à la relative brièveté de la période d'étude (1975-1989), que nous n'avons pas pu rallonger, faute de données disponibles dans le temps qui nous était imparti pour réaliser cette étude. Ceci ne nous a permis de prendre en compte que des investissements somme toute assez récents, en particulier pour les équipements publics.

De plus cette brièveté nous permettait difficilement de mettre en évidence des effets de long terme; introduire des retards supérieurs à quatre années rendait en effet la période de régression trop courte pour avoir des résultats significatifs.

Faute de données de stocks immédiatement disponibles, nous avons dû faire des hypothèses simplificatrices pour les construire à partir des données d'investissements, qui d'ailleurs (comme on pourrait le souhaiter) ne permettent pas de faire la distinction entre investissements de renouvellement et investissements nouveaux de décongestion ou d'extension.

En particulier les données de stocks de capital privé pourraient être affinées en prenant en compte des effets d'amortissements des équipements et de dévaluation du capital.

De plus la connaissance des stocks transport initiaux aurait évidemment amélioré les données. Les hypothèses qui ont été prises n'ont pas d'influence toutefois sur l'évolution du stock de capital transport et public hors transport.

6 - Quelques perspectives...

Les résultats que nous avons obtenus sont certes probants, mais sans doute pas totalement satisfaisants au regard de nos attentes. Des voies nouvelles demanderaient à être explorées.

On pourrait par exemple donner à l'étude de nouvelles spécifications spatio-temporelles. Le découpage en régions administratives n'est peut-être pas le plus pertinent. Des réseaux de grande ampleur traversent plusieurs régions et leur impact devrait plutôt être considéré à un niveau d'ensemble. On pourrait ainsi chercher à créer des groupes de régions homogènes et pertinents eu égard à ce que l'on cherche à mesurer.

Toutes les régions, parties d'un même ensemble national, sont marquées par des tendances lourdes et identiques d'évolution, et ont en même temps des spécificités propres. Une approche complémentaire à celle qui a été effectuée, basée sur une analyse "shift-share", aurait l'avantage de localiser les impacts particuliers des équipements publics dans chaque région, ou chaque groupement de régions.

En outre, nous avons considéré les effets des investissements privés et publics sur l'ensemble de la production. Cette approche pourrait être affinée en désagrégeant la production totale en secteurs.

Une étude, réalisée pour les Etats-Unis par John FERNALD, de l'Université de Harvard (décembre 1990), en réponse aux différentes publications de David ASCHAUER, a en effet montré que les impacts des investissements publics étaient totalement différents selon les secteurs. L'effet apparaît significativement positif dans le secteur de l'extraction du pétrole, de la chimie, du commerce, du transport et de l'équipement, de la sidérurgie, de l'extraction des métaux,...., mais significativement négatif dans des secteurs comme l'imprimerie par exemple. Il serait intéressant de mener le même genre d'investigations dans le cas français.

De plus, l'impact différencié des modes de transport pourrait être examiné. Nombre d'études empiriques ont montré que des équipements de nature différente, et de même valeur, pouvaient avoir des influences fort variables, selon que leur utilisation est plus ou moins généralisée.

Il apparaît en particulier dans l'étude de J.FERNALD précédemment citée, que ce ne sont pas forcément les infrastructures routières qui sont les plus productives. Les données dont nous disposons concernent essentiellement les infrastructures de ce type et on pourrait utilement les compléter par des informations concernant d'autres modes de transport.

A la manière de ce qui a été fait pour les équipements privés, il serait intéressant de définir et d'introduire dans les modélisations ce qui pourrait être un "taux d'utilisation" des équipements publics. Cette tentative avait été amorcée dans les travaux conduits par D.BIEHL (1981). Elle pourrait être poursuivie pour compléter une approche davantage tournée vers l'offre, prenant ainsi en compte des aspects de demande.

ANNEXES

TABLEAU 1

Résultats de l'approche inter-temporelle

		f(EMPLOI)	(1) & (2) : capital privé (3): cap. privé + cap. public + cap.transport (4) : capital privé			(1):f(capital public) hors transports (2):f(cap.public hors tr. + transports)			capital transports			UT	CTE	R2	DW	période
			T-1	T-2	T-3	T-1	T-2	T-3	T-1	T-2	T-3					
			ALSACE	(1)	0,08962 (1,35)	1,22379 (2,19)			1,35878 (1,62)							
	(2)	0,02979 (0,34)	2,8678 (2,52)			-0,56795 (1,66)						1,01 (1,97)	-16,23 (1,66)	0,96	2,27	76-88
	(3)	0,02438 (0,25)	0,6336 (7,31)									1,65 (3,86)	3,85 (6,14)	0,95	2,30	76-88
	(4)	0,16045 (1,33)	0,66995 (5,06)									0,83 (1,71)	2,24 (1,95)	0,90	1,29	75-88
AQUITAINE	(1)	0,12368 (2,13)		1,6509 (1,84)				3,19141 (3,02)			2,52328 (2,10)	1,85 (3,24)	4,11 (0,84)	1	3	78-89
	(2)	0,068 (1,02)		2,62233 (2,66)				-1,27151 (1,73)				1,34 (2,03)	-4,42 (1,46)	0,97	2,05	78-89
	(3)	0,08433 (1,15)	0,69321 (6,55)									-0,41 (0,74)	2,45 (2,61)	0,95	1,34	76-88
	4	0,05785 (0,88)		0,90105 (8,84)								0,44 (1,16)	0,80 (0,94)	0,97	1,48	76-89
Auvergne	(1)	-0,0536 (0,76)	4,10765 (1,46)					-1,08258 (0,95)			-1,10714 (0,75)	1,82 (2,74)	-10,87 (0,87)	1	3	77-88
	(2)	0,0191 (0,36)		0,32018 (0,14)				0,20593 (0,14)				1,35 (2,35)	5,26 (0,64)	0,94	2,42	77-89
	(3)	0,0237 (0,58)	0,44985 (6,49)									0,98 (2,58)	5,65 (8,96)	0,92	2,44	76-88
	(4)	0,02313 (0,54)		0,61437 (7,24)								1,39 (4,57)	4,34 (5,91)	0,95	2,61	76-89
BASSE-NORMANDIE	(1)	0,1915 (7,08)	0,023133 (2,13)					2,32327 (3,22)			2,83643 (3,99)	1,53 (6,80)	12,58 (6,70)	1	2	76-88
	(2)	0,33747 (3,36)		0,1057 (0,87)				0,55457 (3,97)				1,35 (4,47)	4,72 (11,60)	0,98	1,90	76-89
	(3)	0,1361 (3,19)	0,56831 (10,73)									0,77 (2,44)	5,34 (12,60)	0,96	1,27	76-88
	(4)	0,28872 (2,06)						0,60002 (7,46)				0,43 (1,16)	5,12 (7,92)	0,93	0,87	77-89
BOURGOGNE	(1)	0,19838 (2,76)		0,79836 (1,96)				0,0334 (0,30)			-1,53927 (1,53)	1,14 (4,38)	-6,85 (1,05)	1	2	78-89
	(2)	0,11888 (2,36)		0,54048 (3,35)				0,03172 (0,22)				1,35 (5,30)	3,12 (3,92)	0,98	2,47	78-89
	(3)	0,11808 (2,71)		0,29914 (10,49)								1,36 (6,57)	3,50 (6,83)	0,98	3,21	77-89
	(4)	0,12849 (2,80)		0,53203 (10,30)								1,37 (6,22)	3,81 (6,98)	0,98	2,48	76-89

EQUATIONS DE LA FORME SUIVANTE :

(1) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports}) + d \cdot \log(\text{capital transports}) + e \cdot \log(\text{UT}) + \text{cte}$

(2) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + d \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

(3) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé} + \text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + c \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

(4) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

avec UT: taux national d'utilisation des capacités de production

TABLEAU 1

Résultats de l'approche inter-temporelle

		f(EMPLOI)	(1) & (2) : capital privé (3) : cap. privé + cap. public + cap. transport (4) : capital privé			(1): f(capital public) hors transports (2): f(cap. public hors tr. + transports)			capital transports			UT	CTE	R2	DW	période
			1-1	1-2	1-3	1-1	1-2	1-3	1-1	1-2	1-3					
			BRETAGNE	(1)	0.16003 (3,01)	3.00729 (2,24)			-0.50863 (1,15)							
	(2)	0.14176 (2,91)	1.9774 (2,45)			-0.84338 (1,77)						-0,34 (0,78)	-1,30 (0,39)	0,97	1,80	76-88
	(3)	0.14551 (2,50)		0.4467 (5,86)								0,57 (1,61)	5,37 (8,79)	0,96	1,78	77-89
	(4)	0.14178 (2,68)		0.6342 (6,72)								0,49 (1,55)	3,82 (5,17)	0,97	1,86	76-89
CENTRE	(1)	0.04217 (1,09)		0.28598 (2,80)		-2.25041 (3,33)			2.14773 (3,03)			0,52 (1,66)	8,85 (4,61)	1	2	76-88
	(2)	0.12795 (2,31)	1.26048 (2,51)			-0.63491 (1,36)						1,11 (3,24)	3,00 (3,43)	0,97	1,58	76-88
	(3)	0.08063 (1,47)	0.61787 (10,11)									1,32 (5,17)	3,52 (6,74)	0,98	1,85	78-89
	(4)	0.07699 (1,49)		0.63039 (11,20)								1,33 (5,58)	3,06 (8,38)	0,98	2,10	76-89
CHAMPAGNE-ARD.	(1)	0.13083 (2,14)		-0.01291 (0,03)			0.4969 (0,43)			-0.24722 (0,20)		1,26 (2,41)	7,54 (2,01)	1	3	77-89
	(2)	0.13899 (3,02)	0.30799 (1,13)					-0.0653 (0,29)				0,97 (2,62)	7,48 (10,03)	0,95	3,38	78-88
	(3)	0.13455 (3,19)	0.23783 (6,44)									0,98 (4,13)	7,64 (23,60)	0,94	2,81	76-88
	(4)	0.16567 (3,13)	0.20419 (4,51)									0,56 (2,18)	7,89 (19,60)	0,89	1,88	75-88
FRANCHE-COMTE	(1)	0.17009 (3,07)	-0.95809 (1,19)			0.9309 (3,71)			-0.36034 (0,91)			1,18 (3,17)	16,05 (2,82)	1	2	76-88
	(2)	-0.13838 (2,67)		-1.0437 (2,60)		0.65413 (3,70)						1,90 (6,86)	16,49 (6,36)	0,97	2,67	76-89
	(3)	-0.1018 (1,44)		0.31723 (6,00)								2,37 (7,97)	8,16 (16,48)	0,93	2,14	77-89
	(4)	-0.08776 (1,16)		0.42548 (5,63)								2,58 (7,93)	7,08 (10,70)	0,92	2,31	76-89
HAUTE-NORMANDIE	(1)	0.16376 (1,98)		2.382 (1,87)			-1.53396 (1,26)			0.51583 (0,76)		2,77 (3,14)	-6,42 (0,81)	0,96	2,38	78-89
	(2)	0.14048 (1,77)		1.40264 (2,18)			-0.55804 (1,58)					2,04 (5,94)	-0,12 (0,03)	0,96	1,85	78-89
	(3)	0.12208 (1,42)		0.34713 (4,66)								1,79 (5,16)	8,65 (10,51)	0,93	1,3	77-89
	(4)	0.12531 (1,58)		0.40822 (5,39)								1,82 (5,58)	6,00 (9,51)	0,94	1,47	76-89

EQUATIONS DE LA FORME SUIVANTE :

(1) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports}) + d \cdot \log(\text{capital transports}) + e \cdot \log(UT) + \text{cte}$

(2) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + d \cdot \log(UT) + \text{constante}$

(3) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé} + \text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + c \cdot \log(UT) + \text{constante}$

(4) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(UT) + \text{constante}$

avec UT: taux national d'utilisation des capacités de production

TABLEAU 1

Résultats de l'approche inter-temporelle

	f(EMPLOI)	(1) & (2) : capital privé (3) : cap. privé + cap. public + cap. transport			(1): f(capital public) hors transports (2): f(cap. public hors tr. + transports)			capital transports			UT	CTE	R2	DW	période	
		(4) : capital privé			T-1	T-2	T-3	T-1	T-2	T-3						
		T-1	T-2	T-3												
ILE DE FRANCE	(1)	0,18334 (1,94)	1,74218 (5,38)				-0,01361 (0,76)			-0,1817 (2,39)	0,64 (2,32)	-9,35 (2,72)	0,99	2,21	78-89	
	(2)	0,17506 (2,32)	2,09766 (5,87)						-0,22931 (3,35)		0,22 (0,83)	-13,14 (3,45)	0,99	1,84	76-89	
	(3)	0,44437 (2,02)	0,2832 4,08								0,25 (0,38)	6,01 (4,72)	0,91	2,15	78-89	
	(4)	0,26244 (2,15)		0,88148 (9,73)							1,17 (3,98)	-0,15 (0,22)	0,98	1,48	77-89	
LANGUEDOC-ROUSSILLON	(1)	0,07696 (1,35)	1,6516 (1,63)					0,59991 (1,58)			-1,0095 (1,61)	0,45 (1,13)	-4,58 (0,77)	1	3	78-89
	(2)	0,12842 (2,60)	1,98268 (2,89)				-0,55631 (1,54)				1,06 (3,21)	-4,72 (1,36)	0,98	2,95	77-89	
	(3)	0,09299 (1,67)		0,21451 8,64							0,69 (2,00)	3,56 (5,89)	0,98	2,45	78-89	
	(4)	0,11667 (2,38)		0,92302 (10,89)							0,84 (2,80)	0,60 (0,88)	0,98	2,96	76-89	
LIMOUSIN	(1)	0,0843 (2,18)	-1,94165 (1,54)				-1,00749 (1,43)			2,58848 (2,52)	-0,77 (1,52)	17,36 (2,97)	1	3	76-88	
	(2)	0,0996 (2,10)	0,37266 (0,38)				0,1402 (0,22)				0,20 (0,55)	4,43 1,6	0,95	2,66	76-88	
	(3)	0,09429 (1,83)		0,5079 (6,56)							0,63 (2,05)	4,18 (6,27)	0,95	2,57	77-89	
	(4)	0,10119 (1,99)		0,61706 (6,90)							0,81 (2,03)	3,52 (4,99)	0,96	2,47	76-89	
LORRAINE	(1)	0,09175 (1,43)	-1,23186 (1,58)					1,4286 (2,03)			-0,79352 (1,82)	0,64 (1,60)	17,71 (3,57)	1	3	77-89
	(2)	0,02666 (0,41)	1,33836 (1,26)						-0,55817 (1,13)		1,08 (3,04)	1,36 (0,18)	0,78	2,80	78-88	
	(3)	0,03385 (0,53)		0,14155 (3,67)							1,28 (5,27)	9,78 (21,30)	0,87	2,84	77-89	
	(4)	0,0402 (0,66)		0,1557 (3,91)							1,28 (5,49)	9,49 (19,90)	0,86	2,97	76-89	
MIDI-PYRENEES	(1)	0,08146 (1,52)	1,73898 (1,22)								-6,76722 (1,96)	0,14 (0,37)	-13,86 (1,60)	1	2	76-89
	(2)	0,06001 (1,27)		-2,09851 (1,94)				2,5319 (2,79)				0,64 (2,20)	5,04 (2,17)	0,99	2,17	77-89
	(3)	0,07204 (1,66)	0,753 10,72									-0,23 (1,65)	1,55 (2,44)	0,98	1,6448	76-88
	(4)	0,07066 (1,65)		0,23623 (12,07)								-0,22 (0,79)	1,39 (2,42)	0,98	1,53	75-88

EQUATIONS DE LA FORME SUIVANTE :

(1) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports}) + d \cdot \log(\text{capital transports}) + e \cdot \log(\text{UT}) + \text{cte}$

(2) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + d \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

(3) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé} + \text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + c \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

(4) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

avec UT: taux national d'utilisation des capacités de production

TABLEAU 1

Résultats de l'approche inter-temporelle

		f(EMPLOI)	(1) & (2) : capital privé (3) : cap. privé + cap. public + cap. transport			(1):f(capital public) hors transports (2):f(cap. public hors tr. + transports)			capital transports			UT	CTE	R2	DW	période
			(4) : capital privé			T-1	T-2	T-3	T-1	T-2	T-3					
			T-1	T-2	T-3											
NORD-PAS DE CALAIS	(1)	-0,00625 (0,11)		-0,26087 (0,29)			0,37056 (0,99)			-0,21852 (0,78)		1,21 (4,16)	13,40 (1,63)	1	2	77-89
	(2)	0,0052 (0,09)		-0,48215 (0,52)			0,25129 (0,95)				1,29 (6,53)	15,46 (1,82)	0,94	2,41	77-89	
	(3)	0,0019 (0,04)					0,21878 (5,68)				1,51 (6,62)	1,48 (22,30)	0,94	2,39	78-89	
	(4)	0,00278 (0,05)		0,36824 (7,79)							1,25 (6,66)	7,64 (16,06)	0,94	2,35	77-89	
PACA-CORSE	(1)	0,08047 (1,92)		1,33931 (1,51)			0,20548 (0,68)				-0,35147 (2,02)	0,49 (1,43)	-4,05 (0,48)	1	3	78-89
	(2)	0,04726 (1,20)	2,37492 (2,48)				-0,41954 (1,59)					-0,13 (0,27)	-12,84 (1,46)	0,97	2,18	76-88
	(3)	0,07413 (1,85)	0,42194 (10,87)									0,58 (1,53)	5,70 (13,32)	0,96	1,88	76-88
	(4)	0,05842 (1,42)		0,8923 (13,01)								0,94 (3,22)	0,85 (1,23)	0,97	1,93	76-89
PICARDIE	(1)	0,0882 (1,99)	-0,86561 (1,03)				3,74871 (2,49)				3,11259 (2,74)	-0,93 (1,29)	8,07 (2,67)	1	2	77-88
	(2)	0,02147 (0,46)		1,52777 (2,50)								0,89 (2,62)	-0,05 (0,02)	0,97	2,95	78-89
	(3)	0,04423 (0,84)	0,42721 (8,57)									1,28 (3,84)	5,09 (13,09)	0,93	2,44	76-88
	(4)	0,09114 (1,40)	0,42721 (6,55)									0,61 (1,76)	5,91 (9,33)	0,89	1,32	75-88
PAYS DE LOIRE	(1)	0,0799 (1,96)	-0,2783 (0,42)				1,21027 (1,60)				-0,78647 (1,53)	0,78 (2,33)	8,22 (2,33)	1	3	77-88
	(2)	0,0662 (1,52)		0,18784 (0,40)			0,28837 (1,12)					1,22 (4,93)	5,99 (2,30)	0,98	2,99	77-89
	(3)	0,07037 (1,76)	0,59184 (10,69)									1,81 (3,56)	5,28 (14,02)	0,98	2,52	76-88
	(4)	0,07632 (1,86)		0,69869 (11,35)								1,19 (5,06)	5,28 (6,42)	0,98	2,83	76-89
POITOU-CHARENTES	(1)	0,07258 (2,23)	1,24618 (1,18)				1,17258 (1,88)			0,79451 (1,08)		0,60 (1,45)	2,73 (0,58)	1	2	76-88
	(2)	0,09174 (2,13)	0,79632 (2,18)				-0,82918 (1,36)					0,31 (0,87)	-1,52 (0,51)	0,98	2,17	76-88
	(3)	0,1223 (2,72)	0,56798 (8,51)									0,66 1,9	3,73 (6,55)	0,97	1,73	76-88
	(4)	0,11342 (2,61)		0,7807 (10,24)								0,89 (3,50)	2,68 (3,38)	0,98	2,11	76-89

EQUATIONS DE LA FORME SUIVANTE :

- (1) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports}) + d \cdot \log(\text{capital transports}) + e \cdot \log(\text{UT}) + \text{cte}$
- (2) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + d \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$
- (3) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé} + \text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + c \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$
- (4) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

avec UT : taux national d'utilisation des capacités de production

TABLEAU 1

Résultats de l'approche inter-temporelle

	(EMPL0)	(1) & (2) : capital privé (3) : cap. privé + cap. public + cap. transport (4) : capital privé			(1) : f(capital public) hors transports (2) : f(cap. public hors tr. + transports)			capital transports			UT	CTE	R2	DW	période
		1-1	1-2	1-3	1-1	1-2	1-3	1-1	1-2	1-3					
		RHONE-ALPES	(1)	-0,00012 (0,01)	0,7756 (1,33)			1,1109 (1,99)							
	(2)	0,05569 (1,00)		0,0418 (2,33)		-0,08845 (0,46)					1,30 (5,72)	-0,15 (0,04)	0,99	2,80	77-89
	(3)	0,08639 (1,40)	0,57581 (9,95)								1,07 3,16	4,23 (9,25)	0,97	1,85	76-88
	(4)	0,07073 (1,34)		0,80797 (13,08)							1,32 (6,04)	1,70 (3,35)	0,99	2,77	76-89
TOTAL FRANCE	(1)	0,07031 (1,89)	1,02112 (3,84)			0,25923 (1,50)			-0,61788 (2,25)		0,55 (2,12)	-6,35 (1,45)	1	3	77-88
	(2)	0,07922 (1,87)	1,07071 (4,17)		-0,17146 (1,53)						0,90 (3,92)	0,62 (0,29)	0,99	2,14	76-88
	(3)	0,11437 (2,15)	0,4678 (9,78)								0,91 3,02	8,64 (14,30)	0,97	1,69	76-88
	(4)	0,09149 (2,00)		0,71149 (13,26)							1,17 (5,96)	2,48 (6,84)	0,99	2,52	76-89

EQUATIONS DE LA FORME SUIVANTE :

(1) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports}) + d \cdot \log(\text{capital transports}) + e \cdot \log(\text{UT}) + \text{cte}$

(2) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé}) + c \cdot \log(\text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + d \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

(3) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{capital privé} + \text{capital public hors transports} + \text{capital transports}) + c \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

(4) $\log(\text{valeur ajoutée}) = a \cdot \log(\text{emploi}) + b \cdot \log(\text{UT}) + \text{constante}$

avec UT: taux national d'utilisation des capacités de production

TABLEAU 2

Résultats de l'approche inter-spatiale

Fonctions de production 1988

	R2	a	b	c	d	e
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr87}) + c \cdot \log(\text{Pu87}) + d \cdot \log(\text{Tr87}) + e$	0,986	0,41 (6,16)	0,05 (2,04)	0,05 (0,61)	-0,08 (-2,57)	917 (4,35)
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr87}) + c \cdot \log(\text{Pu86}) + d \cdot \log(\text{Tr86}) + e$	0,986	0,41 (6,16)	0,05 (2,09)	0,05 (0,58)	-0,08 (-2,44)	915 (4,38)
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr87}) + c \cdot \log(\text{Pu85}) + d \cdot \log(\text{Tr85}) + e$	0,986	0,41 (6,24)	0,05 (2,12)	0,04 (0,54)	-0,08 (-2,32)	916 (4,45)
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr87}) + c \cdot \log(\text{Pu87} + \text{Tr87}) + e$	0,980	0,41 (13,70)	0,06 (2,70)	0,01 (0,52)		666 (4,63)
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr87}) + c \cdot \log(\text{Pu86} + \text{Tr86}) + e$	0,980	0,41 (13,64)	0,06 (2,71)	0,01 (0,42)		677 (4,63)
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr87}) + c \cdot \log(\text{Pu85} + \text{Tr85}) + e$	0,980	0,41 (13,62)	0,07 (2,72)	0,01 (0,33)		688 (4,63)
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr87} + \text{Pu87} + \text{Tr87}) + e$	0,981	0,43 (19,69)	0,20 (2,77)			489 (3,37)
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr86} + \text{Pu86} + \text{Tr86}) + e$	0,980	0,43 (19,38)	0,20 (2,72)			493 (3,36)
$\log(\text{VA88}/\text{UT88}) = a \cdot \log(\text{E88}) + b \cdot \log(\text{Pr85} + \text{Pu85} + \text{Tr85}) + e$	0,979	0,43 (18,98)	0,97 (2,65)			498 (3,36)

Fonctions de production 1978

$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr77}) + c \cdot \log(\text{Pu77}) + d \cdot \log(\text{Tr77}) + e$	0,243	0,07 (0,07)	0,04 (0,09)	-0,91 (-0,83)	-0,02 (-0,03)	9075 (3,25)
$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr77}) + c \cdot \log(\text{Pu76}) + d \cdot \log(\text{Tr76}) + e$	0,239	0,06 (0,07)	0,04 (0,07)	-0,96 (-0,93)	0,07 (0,11)	9001 (3,33)
$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr77}) + c \cdot \log(\text{Pu75}) + d \cdot \log(\text{Tr75}) + e$	0,235	0,05 (0,05)	0,04 (0,08)	-1,02 (-1,01)	0,16 (0,26)	8922 (3,39)
$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr77}) + c \cdot \log(\text{Pu77} + \text{Tr77}) + e$	0,476	-0,63 (-1,51)	0,45 (1,31)	1,07 (3,47)		-671 (-0,36)
$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr77}) + c \cdot \log(\text{Pu76} + \text{Tr76}) + e$	0,401	-0,67 (-1,52)	0,47 (1,28)	0,97 (2,89)		-122 (-0,06)
$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr77}) + c \cdot \log(\text{Pu75} + \text{Tr75}) + e$	0,323	-0,71 (-1,51)	0,49 (1,24)	0,84 (2,33)		531 (0,24)
$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr77} + \text{Pu77} + \text{Tr77}) + e$	0,388	-1,21 (-3,36)	3,74 (3,04)			-765 (-0,34)
$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr76} + \text{Pu76} + \text{Tr76}) + e$	0,335	-1,16 (-3,01)	3,49 (2,66)			-249 (-0,11)
$\log(\text{VA78}/\text{UT78}) = a \cdot \log(\text{E78}) + b \cdot \log(\text{Pr75} + \text{Pu75} + \text{Tr75}) + e$	0,279	-1,09 (-2,64)	3,19 (2,27)			318 (0,13)

avec

VA : Valeur Ajoutée

E: Indicateur d'emploi

Pr: stock de capital privé

Pu: stock de capital public hors transport

Tr: stock de capital transport

TABLEAU 3

Valeur ajoutée 1985 et combinaisons d'investissements

VA 85 = a * variable régionale(T)
+ b * variable régionale(T+1)
+ c * variable régionale(T+2) + d

ou
VA 85 = a * (variable (T) + variable (T+1) + variable (T+1)) + d

	R2	a	b	c	d
IPU 82, IPU 83 et IPU 84	0,983	23,29 (4,46)	-7,29 (-1,80)	14,84 (1,68)	-8023 (-0,95)
ITR 82, ITR 83 et ITR 84	0,081	120,43 (0,40)	248,52 (0,49)	-240,6 (-0,49)	63928 (0,63)
I 82, I 83 et I 84	0,977	26,03 (4,16)	-8,11 (-1,70)	10,94 (1,05)	-16539 (-1,55)
IPU 82 + IPU 83 + IPU 84	0,947	12,06 (12,48)			-27852 (-2,31)
ITR 82 + ITR 83 + ITR 84	0,059	60,91 (1,09)			42625 (0,47)
I 82 + I 83 + I 84	0,933	11,73 (16,22)			-41188 (-2,88)
IPU 86, IPU 87 et IPU 88	0,975	-25,74 (-0,56)	33,94 (0,86)	21,28 (2,64)	-34461 (2,95)
ITR 86, ITR 87 et ITR 88	0,124	554,53 (0,41)	-557,02 (-0,55)	278,64 (1,08)	-975,88 (-0,01)
I 86, I 87 et I 88	0,966	-41,97 (-0,80)	50,15 (1,10)	18,11 (1,99)	-45099 (-3,10)
IPU 86 + IPU 87 + IPU 88	0,971	9,69 (25,42)			-28130 (-3,19)
ITR 86 + ITR 87 + ITR 88	0,012	20,81 (0,47)			98017 (1,13)
I 86 + I 87 + I 88	0,964	9,56 (22,43)			-42973 (-4,11)

TABLEAU 4

Investissements et stocks

	R2	a	b	DW
$IPU_{85} = a \cdot PU_{85} + b$	0.844	0.08 (10.13)	-32.65 -(3.57)	1.48
$IPU_{85} = a \cdot PU_{84} + b$	0.814	0.09 (9.13)	-34.05 -(3.32)	1.45
$IPU_{85} = a \cdot PU_{83} + b$	0.789	0.10 (8.43)	-35.53 -(3.16)	1.42
$ITR_{85} = a \cdot TR_{85} + b$	0.691	0.04 (6.51)	21.89 (0.27)	1.92
$ITR_{85} = a \cdot TR_{84} + b$	0.667	0.04 (6.17)	31.48 (0.37)	1.92
$ITR_{85} = a \cdot TR_{83} + b$	0.653	0.04 (5.98)	39.64 (0.46)	1.92
$I_{85} = a \cdot ST_{85} + b$	0.808	0.08 (8.93)	-34.35 -(3.11)	1.39
$I_{85} = a \cdot ST_{84} + b$	0.773	0.08 (8.05)	-35.26 -(2.86)	1.36
$I_{85} = a \cdot ST_{83} + b$	0.743	0.09 (7.42)	-36.22 -(2.70)	1.34

TABLEAU 5
Valeur ajoutée 1985,
Stocks et flux d'équipements

VA 85 = a * variable régionale(T)+b					log(VA 85) = a *log(variable régionale(T))+b				
	R2	a	b	DW		R2	a	b	DW
Stock public hors transports					Stock public hors transports				
PU 82	0,718	3,27 (6,95)	143155 (-3,23)	1,22	PU 82	0,742	1,34 (7,40)	-1,54 (-1,74)	1,16
PU 83	0,737	3,07 (7,29)	139438 (-3,33)	1,22	PU 83	0,757	1,33 (7,68)	-1,52 (-1,79)	1,12
PU 84	0,763	2,88 (7,82)	135727 (-3,49)	1,23	PU 84	0,777	1,32 (8,13)	-1,51 (-1,89)	1,09
PU 85	0,792	2,69 (8,51)	130904 (-3,71)	1,26	PU 85	0,798	1,33 (8,68)	-1,55 (-2,06)	1,08
PU 86	0,822	2,49 (9,36)	125440 (-3,96)	1,26	PU 86	0,819	1,32 (9,29)	-1,75 (-2,22)	1,08
PU 87	0,848	2,30 (10,29)	119282 (-4,20)	1,29	PU 87	0,838	1,32 (9,91)	-1,58 (-2,38)	1,09
PU 88	0,859	2,18 (10,77)	116807 (-4,33)	1,31	PU 88	0,847	1,32 (10,27)	0,02 (-2,47)	1,07
PU 89	0,883	1,99 (11,97)	109532 (-4,60)	1,32	PU 89	0,862	1,31 (10,90)	-1,57 (-2,60)	1,12
Investissements publics hors transports					Investissements publics hors transports				
IPU 82	0,980	29,54 (30,36)	-6507 (-0,94)	1,25	IPU 82	0,916	0,97 (14,40)	1,55 (6,43)	1,47
IPU 83	0,777	37,60 (8,13)	-29454 (-1,12)	1,12	IPU 83	0,767	0,87 (7,90)	1,92 (4,89)	1,20
IPU 84	0,954	38,54 (19,75)	32945 (-2,82)	1,12	IPU 84	0,934	1,00 (16,34)	1,46 (6,68)	0,69
IPU 85	0,959	32,69 (21,15)	-27043 (-2,57)	1,26	IPU 85	0,877	0,99 (11,63)	1,46 (4,79)	1,48
IPU 86	0,964	27,37 (22,60)	-20439 (-2,12)	1,31	IPU 86	0,868	0,96 (11,17)	1,50 (4,76)	1,62
IPU 87	0,964	24,46 (22,42)	-16565 (-1,72)	1,40	IPU 87	0,851	0,94 (10,41)	1,55 (4,68)	1,70
IPU 88	0,964	37,67 (22,66)	-51599 (-4,84)	1,52	IPU 88	0,934	1,11 (16,40)	1,00 (4,08)	1,21
Stock transports					Stock transports				
TR 82	0,013	-3,80 (-0,50)	180855 (1,84)	1,44	TR 82	0,016	0,22 (0,56)	4,13 (2,64)	1,94
TR 83	0,010	-3,17 (-0,43)	174863 (1,77)	1,42	TR 83	0,023	0,26 (0,67)	3,94 (2,51)	1,91
TR 84	0,008	-2,76 (-0,39)	171110 (1,72)	1,41	TR 84	0,029	0,30 (0,76)	3,80 (2,38)	1,88
TR 85	0,007	-2,44 (-0,36)	168238 (1,69)	1,41	TR 85	0,033	0,32 (0,81)	3,70 (2,30)	1,87
TR 86	0,006	-2,16 (-0,33)	165617 (1,66)	1,44	TR 86	0,037	0,34 (0,86)	3,60 (2,21)	1,85
TR 87	0,005	-1,91 (-0,30)	163260 (1,65)	1,39	TR 87	0,041	0,36 (0,90)	3,53 (2,15)	1,84
TR 88	0,003	-1,53 (-0,25)	158592 (1,59)	1,38	TR 88	0,048	0,39 (0,98)	3,37 (2,02)	1,82
TR 89	0,002	-1,20 (-0,21)	154396 (1,57)	1,37	TR 89	0,053	0,41 (1,03)	3,28 (1,96)	1,81

TABLEAU 5
Valeur ajoutée 1985,
Stocks et flux d'équipements

VA 85 = a * variable régionale(T) + b					log(VA 85) = a * log(variable régionale(T)) + b				
	R2	a	b	DW		R2	a	b	DW
Investissements publics en transports					Investissements publics en transports				
ITR 82	0.066	163.47 (1.16)	49933 (0.62)	1.19	ITR 82	0.26	0.74 (2.59)	3.03 (3.97)	1.81
ITR 83	0.060	176.04 (1.10)	45705 (0.52)	1.12	ITR 83	0.292	0.82 (2.80)	2.80 (3.56)	1.52
ITR 84	0.033	150.00 (0.80)	61681 (0.63)	1.16	ITR 84	0.265	0.91 (2.61)	2.58 (2.78)	1.35
ITR 85	0.008	62.05 (0.40)	102939 (1.17)	1.27	ITR 85	0.153	0.67 (1.85)	3.20 (3.30)	1.69
ITR 86	0.003	32.76 (0.26)	116561 (1.45)	1.29	ITR 86	0.116	0.56 (1.58)	3.49 (3.66)	1.79
ITR 87	0.001	14.20 (0.14)	126336 (1.73)	1.31	ITR 87	0.087	0.45 (1.34)	3.76 (4.07)	1.86
ITR 88	0.069	182.00 (1.18)	26371 (0.27)	1.14	ITR 88	0.229	0.85 (3.38)	2.66 (2.69)	1.59
Stock public total					Stock public total				
ST 82	0.634	2.93 (5.73)	-149846 (-2.76)	1.13	ST 82	0.694	1.35 (6.57)	-1.66 (-1.63)	1.16
ST 83	0.658	2.78 (6.04)	-148005 (-2.88)	1.13	ST 83	0.711	1.34 (6.84)	-1.66 (-1.71)	1.12
ST 84	0.689	2.63 (6.49)	-145961 (-3.06)	1.15	ST 84	0.734	1.34 (7.23)	-1.69 (-1.83)	1.09
ST 85	0.724	2.49 (7.06)	-144018 (-3.29)	1.17	ST 85	0.758	1.35 (7.71)	-1.75 (-1.99)	1.07
ST 86	0.760	2.33 (7.76)	-140661 (-3.55)	1.19	ST 86	0.781	1.35 (8.22)	-1.80 (-2.17)	1.07
ST 87	0.792	2.16 (8.52)	-136223 (-3.81)	1.21	ST 87	0.801	1.35 (8.75)	-1.82 (-2.33)	1.07
ST 88	0.807	2.06 (8.91)	-134306 (-3.94)	1.23	ST 88	0.812	1.35 (9.05)	-1.84 (-2.43)	1.05
ST 89	0.837	1.89 (9.86)	-128259 (-4.23)	1.25	ST 89	0.829	1.34 (9.60)	-1.83 (-2.57)	1.08
Investissements publics					Investissements publics				
I 82	0.973	28.98 (26.12)	-18909 (-2.27)	1.13	I 82	0.904	1.01 (13.34)	1.36 (4.99)	1.44
I 83	0.757	36.07 (7.70)	-41055 (-1.42)	1.08	I 83	0.761	0.92 (7.77)	1.71 (4.03)	1.15
I 84	0.939	37.61 (17.07)	-46711 (-3.37)	1.09	I 84	0.918	1.05 (14.63)	1.24 (4.83)	0.66
I 85	0.950	32.24 (19.08)	-41535 (-3.40)	1.24	I 85	0.871	1.04 (11.32)	1.20 (3.58)	1.40
I 86	0.958	27.11 (20.73)	-34290 (-3.12)	1.29	I 86	0.863	1.02 (10.94)	1.24 (3.59)	1.56
I 87	0.998	24.29 (20.92)	-30506 (-2.83)	1.37	I 87	0.848	1.00 (10.31)	1.29 (3.57)	1.64
I 88	0.952	36.64 (19.39)	-66411 (-5.22)	1.49	I 88	0.919	1.17 (14.72)	0.70 (2.41)	1.12

TABLEAU 6
Valeur ajoutée 1978,
Stocks et flux d'équipements

VA 78 = a * variable régionale(T) + b					log(VA 78) = a * log(variable régionale(T)) + b				
	R2	a	b	DW		R2	a	b	DW
Stock public hors transports					Stock public hors transports				
PU 75	0,169	2,91 (1,96)	-36967 (-0,43)	1,05	PU 75	0,295	0,94 (2,82)	0,52 (0,33)	1,39
PU 76	0,28	3,35 (2,72)	-74971 (-0,98)	1,03	PU 76	0,386	1,06 (3,45)	-0,06 (-0,04)	1,3
PU 77	0,388	3,51 (3,47)	-100861 (-1,47)	1,04	PU 77	0,472	1,15 (4,12)	-0,53 (-0,40)	1,21
PU 78	0,467	3,48 (4,08)	-112920 (-1,83)	1,07	PU 78	0,531	1,2 (4,64)	-0,8 (-0,64)	1,15
PU 79	0,531	3,34 (4,64)	-118755 (-2,21)	1,08	PU 79	0,584	1,23 (5,16)	-0,98 (-0,85)	1,08
PU 80	0,575	3,18 (5,07)	-120423 (-2,32)	1,1	PU 80	0,621	1,25 (5,58)	-1,09 (-1,00)	1,04
PU 81	0,628	3,01 (5,66)	-121269 (-2,59)	1,13	PU 81	0,658	1,26 (6,05)	-1,18 (-1,16)	1
PU 82	0,618	2,84 (6,63)	-120835 (-2,29)	1,16	PU 82	0,697	1,26 (6,60)	-1,22 (-1,30)	0,98
Investissements publics hors transports					Investissements publics hors transports				
IPU 75	0,926	36,25 (15,41)	-28782 (-2,23)	1,45	IPU 75	0,91	1,04 (13,86)	1,31 (4,95)	0,77
IPU 76	0,905	33,55 (13,49)	-37689 (-2,48)	1,40	IPU 76	0,914	1,03 (14,21)	1,26 (4,81)	1,05
IPU 77	0,925	39,05 (15,36)	-35352 (-2,66)	1,30	IPU 77	0,923	1,05 (15,04)	1,29 (5,29)	0,81
IPU 78	0,833	33,43 (9,75)	-35487 (-1,73)	1,00	IPU 78	0,881	0,99 (11,86)	1,39 (4,58)	0,62
IPU 79	0,833	38,06 (9,75)	-35476 (-1,73)	1,00	IPU 79	0,881	1,03 (11,86)	1,44 (4,84)	0,62
IPU 80	0,934	34,06 (16,39)	-30222 (-2,47)	1,19	IPU 80	0,902	1,01 (13,22)	1,37 (5,05)	0,95
IPU 81	0,978	26,01 (28,76)	-4926 (-0,77)	1,52	IPU 81	0,889	0,94 (12,30)	1,62 (5,95)	1,31
Stock transports					Stock transports				
TR 75	0,091	-11,76 (-1,38)	214723 (2,90)	1,55	TR 75	0,062	-0,33 (-1,12)	6,21 (5,57)	2,3
TR 76	0,073	-10,17 (-1,22)	207575 (2,70)	1,54	TR 76	0,031	-0,24 (-0,78)	5,90 (4,90)	2,23
TR 77	0,053	-8,41 (-1,04)	197682 (2,47)	1,51	TR 77	0,08	-0,13 (-0,40)	5,48 (4,19)	2,13
TR 78	0,042	-7,20 (-0,91)	190435 (2,32)	1,5	TR 78	0,002	-0,06 (-0,17)	5,19 (3,85)	2,07
TR 79	0,033	-6,06 (-0,80)	183136 (2,19)	1,48	TR 79	0	0,01 (0,02)	4,93 (3,49)	2,01
TR 80	0,026	-5,16 (-0,71)	176760 (2,09)	1,47	TR 80	0,002	0,07 (0,18)	4,70 (3,22)	1,97
TR 81	0,021	-4,50 (-0,64)	172233 (2,01)	1,46	TR 81	0,005	0,11 (0,29)	4,12 (3,02)	1,93
TR 82	0,016	-3,77 (-0,56)	165824 (1,92)	1,44	TR 82	0,001	0,16 (0,44)	4,29 (2,82)	1,89

TABLEAU 6
Valeur ajoutée 1978,
Stocks et flux d'équipements

VA 78 = a * variable régionale(T) + b					log(VA 78) = a * log(variable régionale(T)) + b				
	R2	a	b	DW		R2	a	b	
Investissements publics en transports					Investissements publics en transports				
ITR 75	0.077	131.62 (1.26)	49566 (0.77)	1.07	ITR 75	0.384	0.82 (3.44)	2.78 (4.36)	1.15
ITR 76	0.202	243.51 (2.20)	-28163 (-0.38)	1.02	ITR 76	0.458	1.00 (4.00)	2.22 (3.24)	1.37
ITR 77	0.060	120.82 (1.11)	57449 (0.88)	1.08	ITR 77	0.36	0.78 (3.27)	2.89 (4.56)	1.18
ITR 78	0.053	118.24 (1.06)	48498 (0.64)	1.09	ITR 78	0.359	0.94 (3.26)	2.37 (2.99)	1.09
ITR 79	0.047	121.15 (0.97)	55176 (0.74)	1.11	ITR 79	0.347	0.91 (3.18)	2.52 (3.27)	1.12
ITR 80	0.025	89.92 (0.69)	68505 (0.84)	1.13	ITR 80	0.245	0.80 (2.48)	2.77 (3.12)	1.14
ITR 81	0.063	134.75 (1.13)	52064 (0.76)	1.18	ITR 81	0.201	0.57 (2.19)	3.44 (4.94)	1.78
Stock public total					Stock public total				
ST 75	0.100	1.99 (1.46)	-31180 (-0.04)	1.08	ST 75	0.23	0.84 (2.38)	0.94 (0.56)	1.46
ST 76	0.191	2.51 (2.12)	-46800 (-0.56)	1.03	ST 76	0.318	0.98 (2.98)	0.26 (0.17)	1.35
ST 77	0.291	2.79 (2.79)	-80680 (-1.05)	1.01	ST 77	0.405	1.09 (3.60)	-0.32 (-0.22)	1.25
ST 78	0.368	2.86 (3.33)	-99105 (-1.40)	1.02	ST 78	0.467	1.16 (4.08)	-0.65 (-0.47)	1.18
ST 79	0.433	2.82 (3.81)	-110519 (-1.70)	1.02	ST 79	0.524	1.20 (4.57)	-0.92 (-0.72)	1.11
ST 80	0.481	2.73 (4.20)	-116160 (-1.91)	1.03	ST 80	0.565	1.23 (4.97)	-1.09 (-0.89)	1.06
ST 81	0.537	2.64 (4.70)	-121002 (-2.17)	1.05	ST 81	0.605	1.26 (5.40)	-1.23 (-1.07)	1.01
ST 82	0.614	2.54 (5.50)	-125754 (-2.57)	1.08	ST 82	0.648	1.27 (5.91)	-1.32 (-1.24)	0.99
Investissements publics					Investissements publics				
I75	0.896	34.31 (12.82)	-39388 (-2.45)	1.41	I75	0.906	1.07 (13.57)	1.13 (3.98)	0.61
I76	0.886	31.85 (12.16)	-49167 (-2.80)	1.30	I76	0.911	1.08 (13.99)	1.01 (3.58)	0.73
I77	0.891	36.82 (12.48)	-45821 (-2.71)	1.26	I77	0.914	1.07 (14.20)	1.13 (4.19)	0.64
I78	0.804	31.67 (8.82)	-46679 (-1.98)	1.02	I78	0.875	1.05 (11.54)	1.16 (3.50)	0.54
I79	0.803	36.03 (8.80)	-46719 (-1.98)	1.02	I79	0.873	1.04 (11.45)	1.22 (3.73)	0.54
I80	0.909	32.76 (13.77)	-43832 (-2.87)	1.23	I80	0.89	1.06 (12.39)	1.15 (3.72)	0.87
I81	0.970	25.48 (24.70)	-15430 (-1.99)	0.99	I81	0.875	0.97 (11.52)	1.45 (4.77)	1.25

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSSON A.E., ANDERSTIG C. et HARSMAN B. (1989)**, "Knowledge and Communications Infrastructure and Regional Economic Change", University of Umea, Umea.
- ASCHAUER D.A. (1990)**, "Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven", Federal Reserve Bank of Chicago, Economic Perspectives.
- BIEHL D. (1986)**, "The Contribution of Infrastructure to Regional Development", Département Politique Régionale, Communauté Européenne, Bruxelles.
- BLUM U. (1982)**, "Effects of Transportation Investments on regional Growth", Papers of the Regional Science Association, pp 151-168.
- BOTHAM R. (1983)**, "The Road Programme and Regional Development : The Problem of the Counterfactual", dans Transport Location and Spatial Policy, Gower, Aldershot, pp 23-56.
- BRUINSMA F. (1990)**, "Infrastructuur : Investeringsen en Werkgelegenheid", Organisatie voor Strategisch Arbeidsmarktonderzoek, La Hague.
- DEN HARTOG H., HEINEKEN K.A., MINNE B., ROEMERS R.J.J. et ROODENBURG H.J. (1986)**, "Investeren in Nederlands", Onderzoeksmemorandum 17, Centraal Planbureau, La Haye.
- FUKUCHI T. (1978)**, "Analyse Economie-Politique d'un Développement Régional Harmonisé", Les Collections de l'INSEE.
- GASSER B. (1990)**, "Contribution d'un investissement en infrastructures de transport aux grands équilibres macroéconomiques", Observatoire Economique et Statistique des Transports, Paris.
- HARRIS, C. C. (1980)**, "New Developments and Extensions of the Multiregional, Multi-industry Forecasting Model", Journal of Science, vol. 20, n°2.1980 - pp 159-171
- KAWASHIMA T. (1978)**, "Regional Impact Simulation Model BALAMO", dans Models for Regional Planning and Policy Making, Proceedings of the Joint IBM/IIASA Conference, Vienne, 1978.
- LOONEY R.E. (1989)**, "The Role of Infrastructure in Saudi Arabia's Development : the Relative Importance of Linkage versus Spread Effects", dans International Journal of Transport Economics, vol. 16, n°1.
- NIJKAMP, P. (1986)**, "Infrastructure and Regional Development ; a Multidimensionnal Policy Analysis", Empirical Economics, vol 11.
- RIETVELD P. (1989)**, "Infrastructure and Regional Development ; A Survey of Multiregional Economics Models", Dept of Economics, Free University, Amsterdam.
- SNICKARS F. and GRANHOLM A. (1981)**, "A Multiregional Planning and Forecasting Model with Special Regard to the Public Sector", IIASA.

