

# DOCUMENT DE TRAVAIL

## LES EFFETS ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS (II)

### *L'utilisation de modèles macro-économiques pour évaluer les relances par le BTP*

#### SOMMAIRE

I. L'utilisation des modèles macro-économétriques pour évaluer les relances classiques par le BTP  
page 2

II. Le profil classique des relances par le BTP dans les modèles dynamiques de type néo-keynésien  
page 4

III. Les tentatives d'amélioration dans la modélisation des effets d'offre d'une infrastructure de Transport  
page 11

Annexe 1  
Equations du modèle standard néo-keynésien  
page 16

Annexe 2  
Equations simplifiées du modèle PROPAGE  
page 18

**Luiz PEREIRA**  
**Février 1987**

## EFFETS ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS (II) :

### L'utilisation des modèles macro-économétriques pour évaluer les relances classiques par le BTP

La mesure des effets économiques d'investissements en infrastructures de transport (ou l'examen de politiques de relance comportant ce type de dépense) à l'aide de modèles méso-économiques ou macro-économétriques est aujourd'hui recommandée par les circulaires administratives (1) pour compléter le critère du bénéfice actualisé coûts-avantages de la théorie néo-classique, jusqu'alors élément dominant dans la décision de faisabilité d'un grand projet...

En effet, les déséquilibres affectant notre économie remettent en cause les hypothèses d'équilibre général en amont du calcul économique néo-classique (2).

Mais, l'appel à ces évaluations différentes est devenu aujourd'hui synonyme d'exercices simplificateurs et de plus en plus réducteurs : les nouvelles analyses (3) ne s'attachent généralement qu'aux effets "keynésiens" de l'investissement, et en arrivent à justifier celui-ci par les traditionnels effets multiplicateurs de la dépense.

La faible proportion en importations directes de ces opérations de relances à fort contenu de Batiment et de Travaux Publics (BTP), les bouclages classiques à travers les revenus avec donc une relance de la consommation des ménages et une accélération des investissements des entreprises (la FBCF), permet des raccourcis très optimistes : on parle d'emplois créés, et la polarisation de l'attention des décideurs sur ce critère certes important, peut introduire dans le processus décisionnel, une incompréhension, voire des erreurs graves d'interprétation (4)...

On peut comprendre l'insatisfaction (et souvent les mises en garde) de la plupart des économistes devant ce truisme : en effet, lorsque l'on simule un projet d'investissement simplement comme dépense supplémentaire publique (relance par la FBCF des administrations en produit BTP), dans la structure néo-keynésienne de la plupart des grands modèles macro-économétriques dynamiques (PROPAGE, DMS), ceux-ci reproduisent bien les effets auxquels on s'attend au départ !

La plupart des modèles dynamiques néo-keynésiens (NK) usuels produit en effet un même profil classique d'effets de relance par le BTP (Partie I). Simuler des dépenses en infrastructures de transport à l'aide des très grands modèles macroéconométriques agrégés ne conduit pas à des résultats discriminants. Même lorsque les évaluations ont pour support des modèles plus désagrégés, comme Mini-DMS Transport (5), il ne nous apparaît pas que le profil des effets dégagés rende compte de la totalité des effets de l'investissement...

Les causes de cette identité des profils sont à rechercher dans le caractère très

rudimentaire des liaisons entre la structure NK de ces modèles et les relations de comportement concernant les choix modaux, la répartition des trafics générés, et d'une façon plus générale, dans l'absence de boucle entre les investissements en travaux publics (TP), même introduits comme dépenses des administrations, et une productivité sectorielle ou globale de l'économie (Partie II). C'est comme si les dépenses en services collectifs n'apportaient aucune amélioration chiffrable "économiquement" à la collectivité (ce que les modélisateurs appellent les "effets d'offre"). Certes on peut dégager des procédures permettant de rendre compatibles les calculs micro-économiques de surplus (sur l'amélioration de productivité par les gains de temps), et l'approche macro-économique (6). Mais il faut alors faire fonctionner l'outil d'évaluation (le modèle macro-économétrique) sur un mode contraint, et ensuite seulement interpréter la signification macro-économique des gains de "temps" par exemple...

Pourtant, on sait que les dépenses en TP (et notamment les infrastructures) jouent un rôle certain dans certains comportements (choix modal des usagers, effets d'induction, etc...), dans la formation de certains prix (via la réduction de certains coûts unitaires de production), ou même dans certaines déterminations en volume de la demande globale (via par exemple l'amélioration de la compétitivité de notre commerce extérieur).

L'ennui est que même un modèle macro-économétrique "sectorialisé" (comme Mini-DMS Transport) n'arrive pas à intégrer ces bouclages constatés par un ensemble d'études et de monographies (7) en équations de ses blocs spécifiquement Transport, et surtout permettant de faire le lien entre sa structure NK et ces effets...

Les évaluations de projets d'investissements par des modèles macro-économétriques doivent donc se développer pour simultanément empêcher les simplifications abusives et intégrer le plus possible les acquis des études et monographies concernant le rôle structurant, intégrateur, inducteur, modificateur de comportement de consommation, de productivité des infrastructures de Transport.

Ces considérations exigent bien entendu que l'on tienne compte des effets de dépense initiale, mais également des modifications relatives de coûts d'exploitation, de maintenance, d'acheminement dans l'économie provoqués par l'investissement.

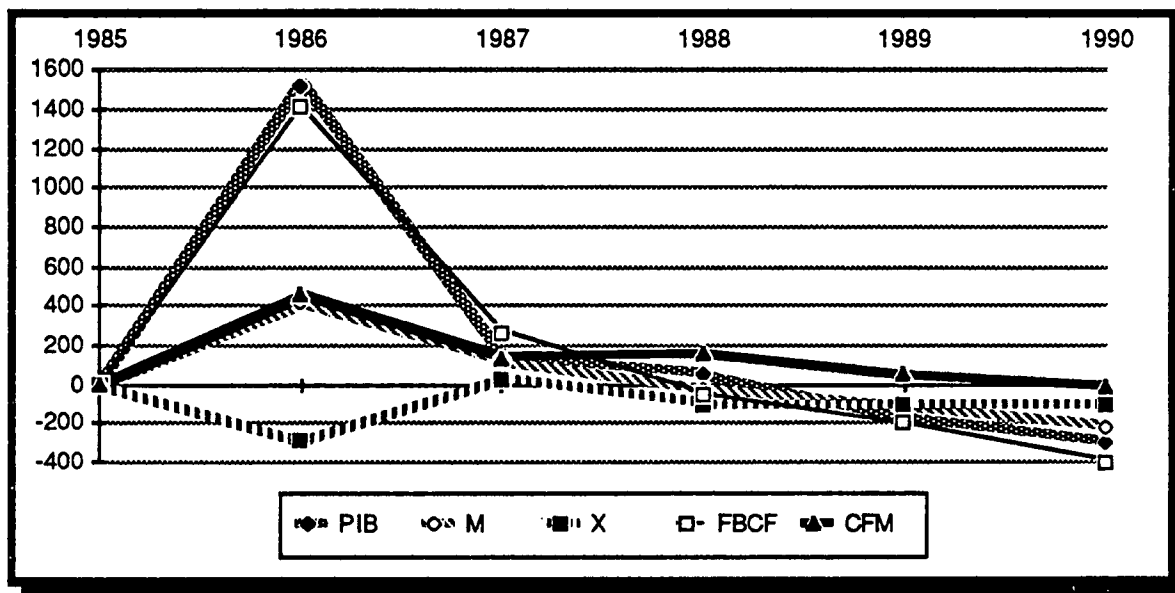
Quelles tentatives ont été faites pour aller dans cette direction ? Est-il possible d'intégrer à la marge ces préoccupations dans la structure des grands modèles macro-économiques sans les modifier structurellement, c'est-à-dire sans remettre en cause la structure néo-keynésienne commune à la plupart d'entre eux ? Ce sont ces questions (Partie III) qui seront posées aux modélisateurs.

## I- LE PROFIL CLASSIQUE DES RELANCES PAR LE BTP DANS LES MODELES DYNAMIQUES DE TYPE NEO-KEYNESIEN (NK)

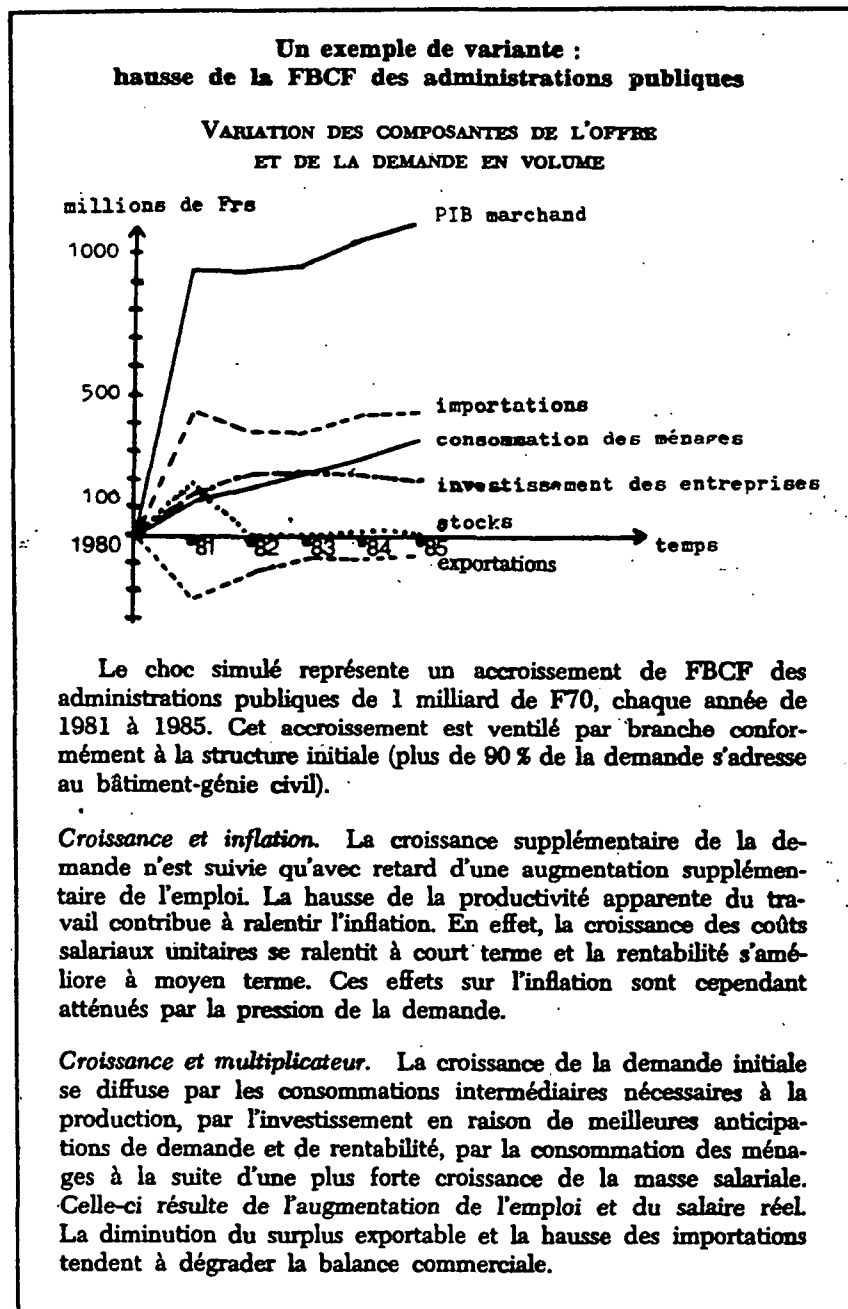
La charpente des modèles macro-économétriques usuels suit une structure qui s'est progressivement dégagée des travaux théoriques et pratiques de modélisation macroéconomique (8). Cette charpente est dite "néo-keynésienne" pour traduire la définition à court terme de l'équilibre en volume à partir de la demande effective. Toutes les variations sont ensuite le fait des mécanismes multiplicateur et accélérateur. Les structures NK réagissent à l'identique pour des chocs standards représentant des variantes classiques de politique économique (c'est d'ailleurs heureux!). En pratique, on réalise une variante de dépense publique en écart par rapport à un compte central. Cette variante dans notre cas est directement une augmentation de la demande globale par la FBCF des administrations. On peut "forcer" la structure de consommations intermédiaires induites par la dépense à prendre tel ou tel profil (ici, par exemple, on "force" PROPAGE à adopter une structure de consommations intermédiaires particulière pour la FBCF de la branche Transport, celle qui correspond à la structure de production d'une autoroute moyenne en France (9)).

Graphiquement ces effets multiplicateurs standards se présentent comme suit :

**GRAPHE 1 :**  
**Les effets sur 5 ans d'un choc ponctuel en 1986 : dépense de 1 milliard de francs en autoroutes (modèle PROPAGE)**

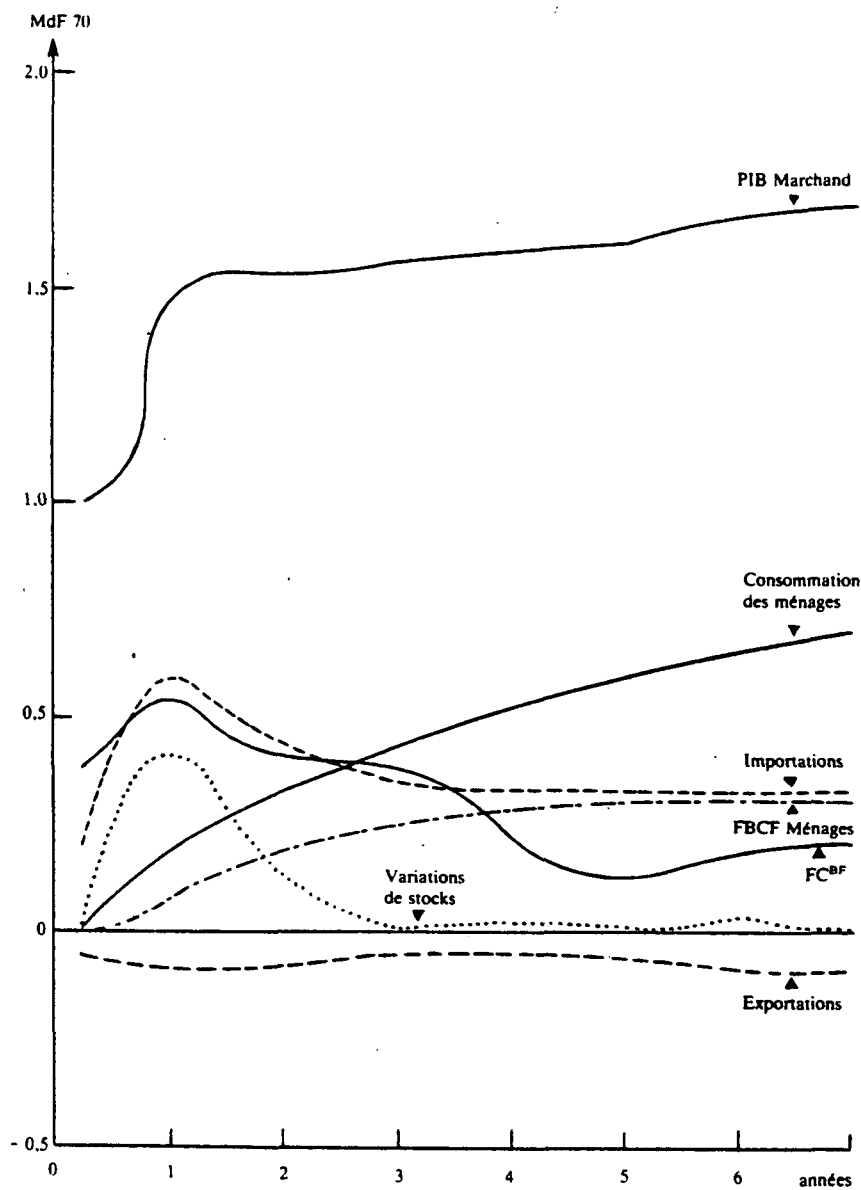


**GRAPHE 2 :**  
**Multiplicateur des dépenses publiques,**  
**variante hausse de la FBCF des Administrations Publiques,**  
**choc entretenu, en Milliards de francs 70 (modèle DMS)**



**GRAPHE 3 :**  
**Multiplicateur des dépenses publiques, financement monétaire, écarts absolus au compte central, en Milliards de francs 70 (modèle METRIC)**

Graphique 3 — Multiplicateur de dépenses publiques, financement monétaire  
 écarts absolus au compte central (reproduit de Metric (1981))



En simplifiant, les enchainements classiques tels qu'on peut les retracer dans l'utilisation pour ce type de variante de PROPAGE (10) (voir Tableau B2 pour les effets cumulés sur 5 ans) sont ceux-ci:

La dépense en BTP, du fait de son très faible contenu direct en importations (entrée "forcée" dans le modèle à l'ordre un) s'accompagne d'un fort effet multiplicateur sur les volumes (1,25 sur le PIB sur 5 ans, 1,53 à court terme), et donc produit un effet classique de relance à court terme (bouclage par les revenus et la consommation, et effet accélérateur de l'investissement relié généralement à une équation d'accumulation).

Du fait des ajustements d'effectifs réels dans la branche du BTP avec un retard par rapport aux "effectifs théoriques normaux" (spécification retenue pour la plupart des branches par PROPAGE et DMS), à court terme on retrouve une amélioration de la productivité (car le supplément de production s'est fait avec moins d'effectifs), donc une légère déflation, donc une amélioration de la compétitivité extérieure, et in fine un effet contradictoire entre l'expansion possible des exportations et la satisfaction de la demande intérieure (dans PROPAGE, c'est à court terme le deuxième terme qui l'emporte et on observe une dégradation de la balance commerciale).

A moyen terme les effets "pervers" se substituent progressivement aux premiers : la relance de la consommation dégrade le solde commercial et accélère les prix, et l'effet accélérateur du choc s'atténue.

A quelques détails près, ces mêmes enchainements sont valables pour PROPAGE ou DMS. A titre d'exemple, on présente ci-dessous les résultats de la variante AUTOUROUTES effectuée avec PROPAGE.

TABLEAU B2  
\*\*\*\*\*  
EFFETS MACROECONOMIQUES SUR 5 ANS EN FRANCS CONSTANTS - MF 86 (VOLUMES)  
\*\*\*\*\*  
EFFECTIFS EN MILLIERS (EMPL)      PRIX EN % INDICE COMPTE CENTRAL  
SOLDE COMMERCIAL EN F COURANTS (VALEUR)  
VARIANTE V1=AUTOROUTES  
\*\*\*\*\*

| ANNEE | EMPL | PIB  | PROD | IMP  | C_I  | CMEN | FBCF | STOCK | EXP  | P_PROD | P_IMP  | P_EXP  | SOLDC |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|--------|--------|-------|
| CUMUL | 4.7  | 1250 | 1820 | 180  | 780  | 800  | 1060 | -70   | -290 |        |        |        | -290  |
| 1986  | 2.3  | 1530 | 2450 | 420  | 1130 | 460  | 1420 | 180   | 30   | -0.009 | -0.006 | -0.008 | -430  |
| 1987  | 1.5  | 140  | 170  | 120  | 60   | 140  | 280  | -40   | -100 | 0.012  | 0.006  | 0.010  | -170  |
| 1988  | 0.9  | 50   | 40   | -20  | 0    | 160  | -40  | -70   | -30  | 0.007  | 0.003  | 0.005  | + 20  |
| 1989  | 0.3  | -170 | -320 | -120 | -160 | 50   | -190 | -70   | -100 | 0.014  | 0.009  | 0.013  | + 90  |
| 1990  | -0.2 | -300 | -520 | -220 | -250 | -10  | -390 | -70   | -90  | 0.014  | 0.009  | 0.012  | +200  |

## II- LA STRUCTURE NEO-KEYNESIENNE (NK) PRODUIT UNE QUASI-IDENTITE DES PROFILS DES RELANCES "KEYNESIENNES"

La plupart des chocs directs sur la demande globale (relances par la FBCF, par l'accroissement des effectifs des administrations, par la baisse de l'IRPP ou des cotisations sociales ou par l'augmentation des prestations sociales se traduit grosso-modo par le même profil de réponse dans les modèles à structure néo-keynésienne (voir l'Annexe 1 pour les équations résumées d'un modèle néo-keynésien).

Dans toutes les structures, l'effet multiplicateur sur la production est la traduction des augmentations de la consommation via les revenus et des effets accélérateurs sur l'investissement des SQS via les mécanismes d'accumulation du capital. Ces équations d'accumulation du capital vont alors faire jouer simultanément des effets de rentabilité (par le taux de profit) ou de coûts relatif (substitution) avec l'accélérateur traditionnel et des indicateurs de tensions sur les capacités de production.

La formation des prix (à la valeur-ajoutée ou à la production) dérive généralement d'une équation de "mark-up" ou de "proportionnalité au coût unitaire de production". Des variables de tension (sur les capacités de production) et de rentabilité (taux de profit) peuvent également intervenir dans la formation des prix. Ces prix fonctionnent directement comme des indicateurs implicites de productivité. C'est pourquoi, une relation de type Phillips fixe le taux de salaire, à partir des variations de prix. Cette fameuse boucle prix-salaires permet de faire jouer le retour des prix sur les volumes (en l'occurrence et in fine sur la production, via la consommation des ménages et les variables de commerce extérieur qui sont chacune déterminées partiellement par une dynamique nominale).

Ces effets prix vont donc finalement commander à terme une bonne partie du profil en volume de la relance.

Dans les équations principales de PROPAGE (ci-après en Annexe 2) les prix relatifs par produit par rapport aux mêmes prix étrangers jouent dans la détermination des exportations et importations, et la dérive relative du prix par produit par rapport au prix à la consommation influence la détermination de la consommation des ménages du produit considéré.

La quasi identité des profils vient de la force de ces mécanismes régulateurs et de rappel dans la structure NK. D'ailleurs, le premier test de cohérence que l'on fait subir à un macro-modèle est bien d'avoir ce type de profil de réponse pour des variantes classiques. A cet égard dans les structures NK usuelles :

- les échanges extérieurs viennent souvent réguler les variations de la demande intérieure : toute relance intérieure est partiellement satisfaite par des importations; la dégradation du solde extérieur freine à son tour les effets de relance intérieure.



Tous les modèles rendent compte de ce degré d'interpénétration et d'ouverture des économies occidentales.

-le niveau des prix joue essentiellement en taux de croissance comme rappel pour beaucoup des évolutions en volume de la demande globale (exemple : les effets d'encaisse ou de précaution pour la consommation des ménages dans DMS viennent diminuer le revenu disponible et affectable à la consommation finale). Là encore, une relance générant de l'inflation provoque une perte de compétitivité à terme, (par le rapport entre les prix intérieurs et extérieurs)

Dans la plupart des cas, en plus de l'interaction réel-nominal passant par le commerce extérieur comme on vient de le voir, c'est la détermination du taux de salaire réel sur le marché du travail (par une relation de type Phillips) qui joue également comme mécanisme régulateur des modèles (cas de DMS). Les taux de salaires déterminent grosso modo les coûts unitaires de production (coût salarial par unité produite), qui à son tour va déterminer le niveau de prix (soit à la production - cas de PROPAGE- soit à la valeur-ajoutée - cas de DMS-) dont a décrit plus haut l'action sur l'équilibre réel.

### **L'incidence des investissements en infrastructures de transport sur les comportements réels.**

On peut penser que cette fraction particulière de la FBCF des Administrations devrait avoir un rôle retracé dans les comportements d'investissements des autres branches, ou dans leurs fonctions de production (par le raccourcissement des cycles de vie des équipements, par la diffusion de productivité, par un effet sur les durées d'utilisation des équipements, etc...)

Si on regarde les principales équations de **PROPAGE**, on ne décelle pas de rôle particulier des effets directs d'un investissement en infrastructures (donc en bâtiment) passant par les durées d'utilisation des capacités de production par branche ( $DHC_i$ ), et le niveau d'activité par branche ( $L_i$ ).  $DHC$  influe bien sur  $K$ , mais la réciproque n'est pas vraie pour une fraction particulière de  $K$  (le stock d'infrastructures par exemple).

$$K_i = \sum_s a_{is} (w_i / g_i)_{t-s} + \sum_r b_{ir} Q_{i,t-r} + c[(DHC_i - (m^* - APAE_i)) / (1 + APAE_i)] + d_i$$

L'équation d'accumulation ci-dessus prend en compte pour chaque branche  $i$  un effet de prix relatif du capital par rapport au travail ( $w / g$ ), un effet accélérateur classique sur la production, et un effet de l'accroissement de la durée d'utilisation des capacités de production relativement aux marges d'embauche dans la branche.

D'autre part, par exemple dans la variante **AUTOROUTES** de **PROPAGE**, seule la composition de l'investissement de la branche Transport (considérée comme celle qui investit en infrastructures par convention - en fait il s'agit de l'Etat) a été modifiée dans

la matrice B ( $[FBCF] = [B] * [I]$ ) donnant la décompositions en produits de la FBCF de la branche. Aucun autre vecteur n'est par la suite modifié au second ordre.

Globalement, sur l'ensemble de l'économie, des investissements en infrastructures jouent certes un rôle différent évidemment avec des coefficients a, b, c, d (dans l'équation d'accumulation ci-dessus) différents des investissements en matériels. Le niveau d'activité  $L_i$  de la branche est touché, ainsi donc que les effectifs désirés  $N_i^*$ . Mais le niveau global de dépenses en BTP, ou encore la part plus ou moins importante en BTP de la demande supplémentaire ne joue pas de rôle spécifique. En tous cas, que la provenance de la part FBCF en bâtiments soit la branche i qui construit un siège social ou la puissance publique qui investit dans l'amélioration de la vitesse de circulation marchande, est indifférent pour PROPAGE : l'interprétation du modèle semble être la même pour les deux phénomènes. Or, à l'évidence, ils ne jouent pas le même rôle économique.

Dans **DMS** d'ailleurs, la préoccupation de modélisation de la fonction de production concerne essentiellement les branches industrielles : la FBCF de l'Agriculture, de l'Energie et des Transports Télécommunications est exogène. Il n'y a pas d'effets de ces investissements autres que les effets de pure dépense : ainsi, il ne servent pas, contrairement aux investissements industriels, à introduire des "effets de mémoire" dans le modèle.

On a notamment la détermination des effectifs désirés "normaux" par une simple productivité tendancielle. Un peu comme si les dépenses publiques en infrastructures étaient implicitement contenues dans "le temps qui passe".

### **L'incidence des investissements en infrastructures de transport sur les prix et coûts.**

Là non plus, que ce soit dans PROPAGE ou DMS, il n'y a pas de rôle particulier de cette fraction de la FBCF dans l'introduction de mécanismes plus subtils de formation de prix (conçus comme indicateurs de coûts et de compétitivité). Les variables de tensions sont calculées sur des stocks globaux de capital et par rapport à une production, les variables de profits sont déterminées comptablement, les variables de coûts salarial n'intègrent pas ce type de détermination (les biens collectifs gratuits par exemple aurait pu jouer un rôle). Donc les prix à la valeur-ajoutée ou à la production ne peuvent intégrer des effets positifs des dépenses publiques en infrastructures.

### **III- LES TENTATIVES D'AMELIORATION DANS LA MODELISATION DES EFFETS D'OFFRE D'UNE INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT**

Il est évident que les insuffisances qui ont pu être relevées ici, (et qui avaient d'ailleurs fait l'objet de nombreuses mises en garde et commentaires lors de précédents travaux de modélisation du secteur des Transports -notamment lors du Comité d'Orientation du modèle Mini-DMS Transport-), n'invalident pas l'opportunité de la démarche modélisatrice en tant que telle, ni la nécessité d'évaluer la totalité des effets d'investissements en infrastructures de transport (effets de dépense et effets de modification des allocations de ressources dans l'économie, ou effets du projet en tant que tel).

A ce titre, il faut d'ailleurs signaler que des approches différentes (non nécessairement liées à des préoccupations modélisatrices), avaient abordé cette question.

**Des monographies et études sur les effets économiques et sociaux des aménagements de transport (INRETS, OEST, CETUR, SERT)** avaient, vers juin 1985, été présentées à un séminaire de recherche sur ce thème. Signalons d'ailleurs que sur des grands projets comme le TGV Sud-Est, des bilans a posteriori sont effectués, par la S.N.C.F., mais aussi par l'INRETS, l'OEST et la DATAR.

**L'explicitation d'une branche particulière dans les grands modèles macro-économétriques ou dans leur version réduite (comme dans Mini-DMS Transports)**, a aussi été une solution tentée pour mieux appréhender les effets macroéconomiques de décisions dans des secteurs importants (Energie et Transports). Mais le bouclage spécifique entre les infrastructures de transport et le cœur macro-économique de ces modèles n'est pas réalisé. Ainsi, le traitement d'une infrastructure publique se fera toujours par le canal décrit plus haut, c'est-à-dire essentiellement ses effets de dépenses. Par exemple, dans Mini-DMS Transport, les blocs d'explication des trafics par l'environnement macro-économique ne comportent pas de variables traduisant des conditions d'offre.

**L'introduction de variables d'offre dans certaines équations de comportement de macro-modèles** semble être une solution intermédiaire intéressante, compatible avec la structure actuelle de modèles comme Mini-DMS Transport. L'amélioration de la compréhension des phénomènes d'induction, de transferts modaux, de changements de comportements de mobilité pourrait servir de base à des modifications marginales dans la structure de modèles comme Mini-DMS Transport, qui décrit finement le secteur des Transports.

Mais pour le reste des modèles macro-économétriques, ce type de traitement ne pourra se faire, puisqu'ils ne rendent pas compte de façon détaillée, des consommations transport sous une forme physique. Les effets d'offre ne pourraient donc pas être retranscrits dans ces structures plus générales.

Il faut peut-être alors penser à endogénéiser certains comportements par des boucles ad hoc.

Si on conçoit les investissements en infrastructures de transport comme une fraction particulière de la FBCF des Administrations, il faut essayer de prendre en compte les effets suivants :

*Sur les comportements réels :*

- incidence sur les volumes d'investissements des autres branches (effet d'éviction ou de substitution néo-classique la FBCF publique se substituant à des investissements privés, ou effet accélérateur de certains investissements privés, ceux-ci ne se faisant -dans le cas de certaines branches- que lorsqu'ils peuvent s'appuyer sur une infrastructure publique pré-existante -thème connu des transferts public-privé, ou des pôles de développement)

- incidence sur l'utilisation du stock de capital existant (une plus grande mobilité des agents, voire de certains équipements favorisée par des infrastructures nouvelles, peut se traduire par une meilleure utilisation des équipements existants, soit en durée, soit par d'autres termes de productivité)

- incidence sur les comportements de consommation (inductions à démontrer sur certains produits particuliers, c'est vrai pour le transport collectif, liés à l'environnement aval et amont de l'infrastructure)

Notons au passage que ces effets, si on peut les repérer comptablement, n'ont peut-être pas de traduction relationnelle immédiate (spécification de fonctions de production ou de consommation particulières), ni ne sont obligatoirement faciles à estimer économétriquement.

De plus, il n'est pas du tout sûr qu'ils conduisent à des effets multiplicateurs ou accélérateurs : si, par exemple, il est intuitif de raisonner comme si l'incidence sur les consommations comporte un effet d'entraînement, il est par contre plus naturel de penser que tous les effets de rationalisation introduits par des infrastructures sur les stocks de capital, ou sur leur utilisation devraient conduire in fine plutôt à des contractions d'activité ou des diminutions...

*Sur les prix*, et donc in fine en se repercutant par les boucles nominal-réel (évidemment, ces effets dépendent du degré de désagrégation du modèle) :

- incidence des infrastructures sur la formation des prix de production des services de transport, et donc repercussion par le jeu du poids des consommations intermédiaires en produit transport sur la formation des prix des autres branches.

- incidence sur les écarts de certains prix relatifs (pour les produits situés dans l'environnement immédiat amont et aval du transport -produits pétroliers, matériels de

transport terrestre, qu'ils soient complémentaires ou substituts, etc..)

- incidence sur les coûts salariaux par unité produite (fixée de manière plus normative que la simple répercussion par le jeu des consommations intermédiaires visée ci-dessus)

- incidence sur la compétitivité-prix de notre commerce extérieur (effet spécifique d'aménagements transport ou de chaînes logistiques sur les exportations et importations en volume)

On voit qu'il s'agit là d'une série de suggestions (dont certaines existent comme projets de modifications de modèles existants comme Mini-DMS Transport), qui peuvent ne pas être compatibles avec la structure NK décrite plus-haut.

Cette structure, qui est déjà hybride (l'endogénéisation des prix et le rôle de la boucle prix-salaires constitue une adaptation dictée par l'expérience des structures keynésiennes pures) comporterait alors une autre sorte de boucle : celle reliant spécifiquement une fraction de la FBCF aux équations de comportement réels, et produisant -en termes de signes algébriques- des effets opposés à ceux de la boucle prix-salaires. Ce type d'extension pourrait d'ailleurs ne pas se limiter au seul secteur des Transports, mais au contraire concerner un ensemble plus vaste de dépenses publiques destinées à améliorer les conditions de production, d'échanges et de bien-être dans la collectivité (toutes dépenses servant à la production de biens et services collectifs purs ou divisibles)...

Cela conduirait d'une façon plus générale, à ce que les grands modèles macro-économétriques sachent différencier à l'intérieur de la FBCF privée et publique, les fractions qui sont susceptibles de transformer les conditions de production d'une manière intelligible et traduisible dans le cadre des relations structurelles connues, et pour les actuels algorithmes de résolution.

## NOTES

(1) C'est le cas pour le secteur des Transports avec le projet de Circulaire d'application de l'article 14 de la L.O.T.I., mais c'est valable d'une façon plus globale avec les Recommandations Générales sur les Règles de Calcul Economique édictées par le Commissariat Général du Plan en octobre 1985.

(2) C'est le point de vue de la quasi intégralité des théoriciens et praticiens du Calcul Economique, et ce quelque soit leur horizon théorique de prédilection. Voir dans S.E.D.E.S. / C.O.S.S.A.T. [1986]

(3) Un ensemble d'études conduites au sein de l'administration centrale est décrit dans L. A. PEREIRA DA SILVA [1987]

(4) L'empressement avec lequel un certain nombre de groupes de pression a très vite "re-transcrit" un discours de présentation de projets construit dans l'optique du bilan coûts-avantages, dans le jargon "méso-économique" (les projets "créateurs d'emploi", producteurs "d'effets de relance", etc..) aurait dû inciter les décideurs à plus de méfiance. En fait, il était évident que la décision n'était pas plus éclairée d'un point de vue scientifique, avec un tel changement et qu'il s'agissait uniquement d'un changement de vocabulaire. Cette mise en garde est implicitement celle de M. DELEAU, qu'on peut trouver dans S.E.D.E.S. / C.O.S.S.A.T. [1986].

(5) Voir D. BUREAU et P. CIPRIANI [1985]

(6) On peut essayer de déterminer la valeur de prix-fictifs associés à des contraintes intelligibles par un modèle de type Mini-DMS Transport. D. BUREAU et P. CIPRIANI, Op. Cit. ci-dessus note (5), effectuent ce calcul pour les devises, sous contrainte du solde extérieur.

(7) Voir ci-après Partie III

(8) Un remarquable "survey" des tendances actuelles de la modélisation macro-économique est celui de ARTUS P., DELEAU M. et MALGRANGE P. [1986].

(9) Les vecteurs servant à "forcer" l'entrée du modèle PROPAGE sont issus des travaux menés par le B.I.P.E., avec l'Observatoire Economique et Statistique des Transports, retranscrits dans B.I.P.E. [1985].

(10) Il s'agit des résultats d'une étude à paraître, réalisée par P. CUNEO (INSEE), pour l'Observatoire Economique et Statistique des Transports.

## QUELQUES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1986] **ARTUS P., DELEAU M. et MALGRANGE P.**  
Modélisation macroéconomique  
Economica, 1986
- [1985] **BERNARD A.**  
"Calcul Economique : les orientations des recherches théoriques menées en France"  
Revue Recherches Economiques et Sociales, 3<sup>e</sup> trimestre 1985.
- [1985] **B.I.P.E. (Bureau d'Informations et de Prévisions Economiques) et O.E.S.T. (Observatoire Economique et Statistique des Transports), B. Ullmann, L. Pereira da Silva, V. Chagnaud, J.P. Taroux**  
"Effets d'entrainements multisectoriels d'investissements en infrastructures de transports"  
O.E.S.T., avril 1985.
- [1985] **BUREAU D.**  
"Cohérence entre choix de projets et politique de régulation macroéconomique"  
Annales de l'INSEE, N° 57.
- [1986] **BUREAU D. et CIPRIANI P.**  
"Impact macroéconomique du TGV Sud Est, étude analytique avec Mini-DMS Transports"  
Note Ronéo, Direction de la Prévision, s.d.
- [1983] **COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN - C.G.P.**  
Rapport du groupe présidé par E. Malinvaud, rapporteurs R. Guesnerie, D. Goudard, B. Walliser  
"Calcul Economique et Résorption des Déséquilibres"  
Documentation Française, 1983.
- [1985] **COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN - C.G.P.**  
Recommandations Générales sur les règles de Calcul Economique pour le IX<sup>e</sup> Plan  
Circulaire du Commissariat Général du Plan - C.G.P.  
25 Octobre 1985
- [1985] **DURAND B. et PASSERON H.**  
"L'incidence macroéconomique des dépenses d'investissement : l'exemple de la RATP"  
Economie et Statistique, N° 181, octobre 1985.
- [1982 (a)] **I.N.S.E.E.**  
"Effets macroéconomiques d'une relance du bâtiment"  
Etudes et Recherches C.S.T.B., N° 233, octobre 1982.
- [1984] **I.N.S.E.E. Département Entreprises, Division S.B.S.**  
"Contenus en importations et contenu en emplois : l'application de ces concepts au cas de relances sélectives", avec une note sur le modèle AVATAR, (Analyse VARIANTE du Tableau d'Affectation des Ressources)  
Note Ronéo INSEE, N° 002/S.B.S., 8 janvier 1982.
- [1987] **PEREIRA DA SILVA L.A.**  
Effets économiques des investissements en infrastructures de Transport  
(résultats de quelques études exploratoires)  
Revue Transports, février 1987
- [1986] **S.E.D.E.S. (Société d'Etudes pour le Développement Economique et Social) et C.O.S.S.A.T. (Comité des Sciences Sociales Appliquées aux Transports)**  
F. Sireyjol et M. Chervel  
"La prise en compte des effets macroéconomiques dans les choix d'investissements"  
(Rapport d'étude à paraître)  
Version préliminaire, S.E.D.E.S., Ronéo, juin 1986.

## ANNEXE 1

Equations résumées d'un modèle standard néo-keynésien  
(extrait de P. A. MUET, "Théorie et modèles de la macroéconomie",  
Economica, Paris, 1984.

*Le modèle néokeynésien en économie ouverte  
(Partie non financière)*

### I Production, demande (courbe IS)

\*(E1) Equilibre des biens et services.  $Q + Im = C + I + \bar{G} + Ex$

\*(E2) Consommation .....  $C = c(1 - \alpha - t) \cdot \frac{pQ}{P_c}$

(E3) Investissement .....  $I = I(r)$

\*(E4) Importations .....  $Im = Im\left(Q, e \frac{p}{P_c}\right)$

\*(E5) Exportations .....  $Ex = Ex\left(Q, e \frac{p}{P_c}\right)$

### II Emploi, chômage

(E6) Emploi .....  $N = IQ$

(E7) Offre de travail .....  $N^s = \frac{N^s}{N}$

(E8) Chômage .....  $U_n = \frac{N^s - N}{N}$

### III Capital, taux d'utilisation

(E9) Capital .....  $K = (1 - \delta) K_{-1} + I$

(E10) Capacité .....  $Q_c = \frac{1}{k} K_{-1}$

(E11) Capacité disponible .....  $U_c = \frac{Q_c - Q}{Q_c}$

### IV Prix et salaires

\*(E12) Prix de la production .....  $\dot{p} = \mu_0 \left( \frac{\dot{w}N}{Q} \right) + \mu_1 \left( \frac{\dot{p}_c}{p} \right) - vU_c + d$

\*(E13) Salaire .....  $\dot{w} = \mu' \dot{p}_c - v' U_n + d'$

(E14) Profit .....  $\Pi = pQ - wN$

\*(E15) Prix des importations .....  $p_m = \left( \frac{p_c}{e} \right)^{\alpha_m} (p)^{1-\alpha_m}$

\*(E16) Prix des exportations .....  $p_x = \left( \frac{p_c}{e} \right)^{\alpha_x} (p)^{1-\alpha_x}$

\*(E17) Prix de la demande intérieure.  $pQ + p_m Im = p_c(I + C + \bar{G}) + p_x Ex$



*Liste des principales variables usuelles rencontrées dans la plupart des modèles, et notamment dans le schéma NK ci-après*

*Biens et Services (Volume)*

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| Produit Intérieur Brut (marchand) . . . . . | Q          |
| Importations . . . . .                      | Im         |
| Consommation . . . . .                      | C          |
| Investissement . . . . .                    | I          |
| Dépenses Publiques . . . . .                | G          |
| Exportations . . . . .                      | Ex         |
| Variations de stocks . . . . .              | $\Delta S$ |

*Prix*

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Niveau général des prix . . . . . | p |
| Taux de salaire . . . . .         | w |
| Taux d'intérêt nominal . . . . .  | r |
| Taux de change . . . . .          | e |

*Répartition*

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Masse salariale . . . . .        | W ou wN |
| Profits . . . . .                | $\Pi$   |
| dont — autofinancement . . . . . | $E_e$   |
| — profits distribués . . . . .   | R       |
| Épargne . . . . .                | E       |
| Impôts . . . . .                 | T       |

*Stocks*

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Capital fixe . . . . .                    | K  |
| Capital circulant (stocks) . . . . .      | S  |
| Monnaie . . . . .                         | M  |
| Titres (actions et obligations) . . . . . | O  |
| Crédit (encours) . . . . .                | Cr |

*Emploi, capacités de production, tensions*

|                                        |                               |
|----------------------------------------|-------------------------------|
| Population active disponible . . . . . | $\bar{N}$ ou $N^+$            |
| Volume de l'emploi . . . . .           | N                             |
| Chômage . . . . .                      | $CHO = \bar{N} - N$           |
| Taux de chômage . . . . .              | $U_n = \frac{\bar{N} - N}{N}$ |
| Capacité de production . . . . .       | $Q_c$                         |
| Excédent de capacité . . . . .         | $U_c = \frac{Q_c - Q}{Q_c}$   |

## ANNEXE 2

### Equations résumées du modèle PROPAGE (extrait d'une étude à paraître INSEE-OEST)

$$[Q] = [I - A]^{-1} \cdot (CM + FBCF + \Delta S + X - M)$$

$$CM_i = a_i \Delta CMT + b_i CMT_{-1} + c_i \Delta (PCM_i / PCMT) + d_i (PCM_i / PCMT)_{-1} + e_i CM_{i,-1} + f_i$$

$$NS_i = NS_{i,-1} \times (DHS_i e^{(at+b)} / NS_{i,-1})^{\alpha_i} \times (P_i / P_{i,-1} - P_{i,-1} / P_{i,-2})^{\beta_i} \times (APAE_i - APAE_0 / 100 + APAE_0)^{\gamma_i}$$

$$\Delta S_i = NS_i - NS_{i,-1}$$

$$X_i = a_i DETR_i^{\alpha_i} \cdot (PX_i / PCEF_i) e^{-at-b} \cdot (100 / (100 + APAE_i))^{-\delta_i}$$

$$M_i = a_i (OUV(Q_i + M_i - X_i))^{\alpha_i} \cdot ((PM_i / PA_i) e^{-at-b})^{-\beta_i} \cdot (100 / (100 + APAE_i))^{\delta_i}$$

$$K_i = \sum_{s=0}^S \alpha_{i,s} (\dot{w}_i / g_i)_{t-s} + \sum_{r=0}^R \beta_{i,r} \dot{Q}_{i,t-r} + \alpha \left[ (DHC_i - \frac{m_0 - APAE_i}{1 + APAE_i}) + \gamma_i \right]$$

$$K_i = K_{i,-1} + I_i - D_i$$

$$D_i = \sum_{v=1}^{\infty} \alpha_{i,v} I_{i,t-v}$$

$$[FBCF] = [B] \times [I]$$

$$L_i^* = A_i^{-1/(1-\alpha)} \exp(-\beta_i(t - A_{i,-1}) / (1-\alpha)) Q_i^{1/(1-\alpha)} \left( \frac{K_{i,-1} DHC_i}{1 + APAE_i} \right)^{-\alpha/(1-\alpha)}$$

$$N_i^* = L_i^* / DHS_i$$

$$\frac{N_{i,t}}{N_{i,t-1}} = \left( \frac{N_{i,t}^*}{N_{i,t-1}^*} \right)^{\alpha_i} \left( \frac{N_{i,t-1}}{N_{i,t-2}} \right)^{\beta_i}$$

$$SAL_i = EMSA_i \times TSAL_i$$

$$TSAL_i = \frac{\dot{TSAL}_i}{TSAL_i} + \alpha_i$$

$$PQ_i = a_i (SAL_i / Q_i) + b_i (I_i / Q_i) - c_i (TPBR_i - TPBR_0) - d_i (APAE_i - APAE_0)$$

Q : production de la branche  
[A] : matrice des coefficients techniques  
CM : consommation des ménages du produit  
FBCF : demande du produit pour l'investissement  
 $\Delta S$  : variations des stocks du produit  
X : exportations du produit  
M : importations du produit  
CMT : consommation totale des ménages (exogène)  
NS : niveaux de stocks du produit  
DHS : demande hors stocks du produit  
APAE : marges de capacités avec embauche dans la branche  
APAE : valeur "normale" ou "optimale" de APAE

DETR : demande étrangère du produit  
PCEF : prix des concurrents étrangers sur les marchés extérieurs  
OUV : indicateur d'ouverture des frontières  
K : capital matériel utilisé par la branche  
DHC : durée d'utilisation des capacités de production  
W : coût salarial dans la branche  
G : coût du capital dans la branche  
TPBR : taux de profit de la branche (rapport de l'excédent brut d'exploitation avant impôts et subventions au capital en valeur)  
TPBR<sub>o</sub> : valeur "normale" ou "optimale" de TPBR

A : âge moyen du capital  
I : investissement en matériel de la branche  
D : déclassements de la branche  
[B] : matrice branches-produits de la FBCF  
N\* : emploi "désiré" de la branche  
L : activité de la branche  
DHT : durée hebdomadaire du travail dans la branche  
N : emploi effectif de la branche  
TSAL : taux de salaire moyen dans la branche, y compris charges sociales  
SAL : rémunération des salariés de la branche, y compris charges sociales  
EMSA : effectifs salariés de la branche  
CI : consommations intermédiaires de la branche en valeur

Les préfixes P indiquent qu'il s'agit du prix de l'agrégat correspondant. L'indice i correspond à la branche, le second indice éventuellement présent à un décalage temporel. Sauf exception signalée, les agrégats sont évalués en francs constants de 1970.