



## **LE MODÈLE MULTIMODAL DE TRANSPORT INTÉRIEUR À LONGUE DISTANCE DU SES : MODEV**

*Jean CALIO, Jean-Claude METEYER*

Le SES a développé un modèle multimodal pour les transports de voyageurs et de marchandises à plus de cent kilomètres (appelé MODEV). Il concerne les principaux modes de transport non maritimes : fer, route, aérien (passagers seulement), voies navigables (marchandises seulement). Il est conçu comme un outil de contre-expertise et d'évaluation des enjeux majeurs des investissements et des politiques de transport de niveau national. Les qualités premières attendues de MODEV sont : la robustesse ; la transparence pour les partenaires de l'administration ; la simplicité et la rapidité de mise en œuvre.

MODEV met en interrelation quatre modèles : deux modèles globaux marchandises et voyageurs où l'unité de compte est le transport total par mode entre deux zones d'emploi ; deux modèles détaillés où les flux par mode sont éclatés en fonction du motif de déplacement et des caractéristiques du transport et des usagers. Dans les modèles globaux, la croissance des trafics est exogène et la valeur retenue est celle des schémas de services collectifs de transport. Dans les modèles détaillés, la croissance des trafics est endogène mais asservie, dans une approche descendante (« top down »), à celle des modèles globaux.

### **Objectifs, champs d'application et principes de la modélisation**

Le modèle multimodal d'évaluation des grands enjeux des politiques et des projets de transport du SES (MODEV) a été développé par un consortium comprenant les sociétés MVA, SETEC, Kessel and Partners. Le SES en a défini le cahier des charges, en a suivi le développement et a fourni toutes les données utilisées pour la modélisation. Il s'est ainsi assuré que ne pèserait aucune contrainte de confidentialité sur l'utilisation et la diffusion des résultats produits. Le SES a été assisté au plan scientifique par Marc Gaudry, professeur à l'Université de Montréal.

Les qualités premières attendues de MODEV sont : la robustesse ; la transparence pour les partenaires de l'administration ; la simplicité et la rapidité de mise en œuvre. Cette rapidité est permise par l'utilisation de données essentiellement générales, correspondant aux enjeux nationaux, et qui n'ont qu'à être très marginalement adaptées aux problématiques particulières étudiées.

Ces qualités portent en elles les limitations du modèle, qui est adapté aux préoccupations de l'administration centrale et ne se substitue pas aux modèles plus sophistiqués développés par le réseau technique du ministère, les opérateurs ou gestionnaires d'infrastructures et leurs sous-traitants.

Le champ d'application de MODEV est limité aux transports intérieurs à plus de cent kilomètres et aux trafics de transit et d'échange, qui sont pris en compte par l'intermédiaire de 44 points d'injection aux frontières et aux ports. MODEV concerne le transport de marchandises et de voyageurs et les principaux modes non maritimes : fer, route, aérien (passagers seulement), voies navigables (marchandises seulement).

MODEV met en interrelation quatre modèles. Deux modèles globaux décrivent respectivement les transports de marchandises et de voyageurs, avec comme unité de compte le transport total par origine/destination (O/D en abrégé) et par mode de transport. Deux modèles détaillés, respectivement marchandises et voyageurs, où les flux par mode sont décomposés en fonction de caractéristiques du transport, qui sont : pour les voyageurs, le motif de déplacement (professionnel ou personnel) et le type d'utilisateur concerné (catégorie professionnelle et sociale, habitat, motorisation, âge, sexe...) ; pour les marchandises : les produits transportés, les éléments de logistique... Le choix modal dans le modèle détaillé voyageurs est réalisé en faisant appel à six fonctions d'utilité (deux motifs et trois modes) qui ont pour arguments : le prix, le temps et le niveau de service du transport ; la motorisation ; le revenu ; la classe de distance... Les modèles globaux ne comportent pas de module de choix modal.



## MODÈLE

Dans les modèles globaux, la croissance des trafics est exogène et la valeur retenue est celle qui est projetée dans le cadre des schémas de services collectifs de transport. Dans les modèles détaillés, la croissance des trafics est endogène mais asservie, dans une approche descendante (« top down »), à celle des modèles globaux. Ces options sur la croissance des trafics ont pour objet de faciliter l'interprétation des résultats par les partenaires de l'administration. Elles assurent qu'à l'exception des trafics induits purs, toute augmentation de trafic à un endroit donné est compensée par une diminution équivalente ailleurs sur les réseaux de transport.

Les modèles globaux ont pour objet principal de calculer des coûts, des temps et des distances de transport par mode et de les mettre en rapport avec les flux par origine et destination. Ces éléments permettent souvent à eux seuls de se faire rapidement, et sans artifices de modélisation, une première idée des enjeux d'une mesure ou d'un investissement. Ils favorisent une meilleure interprétation des résultats des modèles détaillés ou d'études réalisées par d'autres organismes.

Pour faciliter l'utilisation de MODEV et rendre possible une manipulation conjointe de ses quatre composantes, l'emploi d'éléments communs à plusieurs composantes a été systématiquement privilégié : zonage (342 zones d'emploi), réseaux et services de transports, coûts, prix... Le préchargement de trafics routiers locaux et les affectations de trafics de poids lourds réalisés dans les modèles globaux sont, pour la même raison, repris dans le modèle détaillé voyageurs.

Les modèles détaillés sont à quatre étapes : génération ; distribution ; choix modal ; affectation.

Les modèles globaux marchandises et voyageurs ainsi que le modèle détaillé voyageurs ont été livrés cet été. Le cahier des charges du modèle détaillé marchandises sera établi avant la fin de l'année 2001. La conception d'ensemble de MODEV prévoit explicitement ce module supplémentaire et ses interrelations avec les éléments déjà présents.

MODEV devant être mis en œuvre par des chargés d'études de l'administration centrale, a priori moins spécialisés que ceux des centres d'études techniques de l'équipement (CETE), il a paru nécessaire de ne pas diversifier les logiciels utilisés et de s'en tenir à ceux déjà adoptés pour les modèles alpins et pyrénéens du SES. Ces logiciels avaient été choisis sur la base de deux critères : leur diffusion dans le ministère et leur ergonomie. Les quatre logiciels supports de MODEV sont : TRIPS pour tous les calculs, EXCEL et ACCESS pour la gestion des bases de données, MAPINFO comme système d'information géographique.

## PRÉSENTATION DU MODÈLE GLOBAL

### ***Un découpage du territoire en zones d'emploi***

L'unité territoriale de base retenue est la zone d'emploi définie par l'INSEE en 1994. La France métropolitaine est ainsi découpée en 342 zones<sup>1</sup> qui sont représentées par un centroïde de zone (le barycentre géographique de la zone).

### ***Quatre réseaux de transport sont décrits ainsi que les niveaux de services offerts***

Les réseaux routiers décrits, voyageurs et fret, sont empruntés au SETRA. Ils comportent au total 3 933 arcs et 3 603 nœuds, points d'intersections entre routes ou autoroutes. La description de chaque arc comprend : le type de voie, la distance réelle, la capacité horaire, le trafic moyen journalier annuel (TMJA) réel à l'année de référence qui permet de déterminer le trafic local non modélisé, la visibilité et la pente, les courbes débit – vitesse correspondant au type d'arc qui sont utilisées pour déterminer les vitesses des véhicules légers et des poids lourds sur l'arc.

Le réseau ferroviaire comporte 229 gares. Il résulte de travaux conduits par l'INRETS, qui l'a utilisé dans le cadre du projet européen EUFRANET. Pour les voyageurs, on distingue le réseau classique et celui des lignes à très grande vitesse. La fréquence des services et le nombre de correspondances pour chaque origine/destination sont décrits en année de référence dans une base de données établie pour la France entière par l'université de Tours (Laboratoire du CESA<sup>2</sup>). Des vitesses de service par type d'arc ont également été calculées à

<sup>1</sup> Le découpage en zones d'emploi comporte initialement 348 zones. Les zones 342 à 348, qui correspondent à la Corse, ont été agrégées.

<sup>2</sup> Centre d'Etudes Supérieures d'Aménagement

## MODÈLE

partir de cette base. Pour les marchandises, on retient deux réseaux caractérisés par un niveau d'équipement et des vitesses moyennes de service intégrant les temps d'attente : le réseau bien équipé, en général radioguidé (avec une vitesse de référence égale à 60 km/h), et un réseau moins équipé, en général non radioguidé (avec une vitesse de référence de 20 km/h).

Le réseau aérien a été construit pour les besoins de la modélisation. Il correspond aux 116 relations nationales (43 radiales au départ de Paris et 73 transversales) transportant chacune plus de 10 000 passagers par an, et comporte quarante-quatre aéroports. Chaque zone d'emploi est reliée à un aéroport. Le temps de parcours entre deux zones d'emploi tient compte du temps de rabattement routier, du temps de transport aérien proprement dit et des divers temps intermédiaires. Le passage des flux d'aéroport à aéroport, qui sont connus, à des flux de zone d'emploi à zone d'emploi est réalisé par un modèle gravitaire. Le transport de fret aérien, qui a un impact limité sur la charge des réseaux de transports terrestres, n'a pas été modélisé.

Le réseau de transport de marchandises par voies navigables est décrit par 49 ports fluviaux et 125 arcs pour lesquels on connaît les distances réelles et les temps de transport.

### **La demande : une occasion de réunir les multiples sources de données du ministère**

Pour les transports intérieurs, les matrices de flux de véhicules légers et de poids lourds sont calculées à partir des matrices interdépartementales du SETRA pour l'année de référence. La désagrégation des flux au niveau de la zone d'emploi se fait au prorata de la population de la zone.

Pour les voyageurs, les matrices ferroviaires et aériennes ont été constituées à partir de données publiques. Elles seront régulièrement enrichies à l'aide d'un logiciel qui permet de combiner des données d'enquête et des comptages sur arc ou sur coupure. Les données retenues pour le transport intérieur de marchandises par fer ou par voie navigable sont issues de la base SITRAM.

Les trafics d'échange et de transit ne sont pas modélisés comme les trafics intérieurs mais injectés dans les réseaux à partir de 44 points frontières ou ports maritimes. Les flux d'échange et de transit sont principalement tirés d'enquêtes aux frontières pour les marchandises et les voyageurs<sup>3</sup>.

### **Les coûts et les prix de transport sont au cœur de la modélisation**

Les prix de transport conditionnent les choix des usagers alors que les coûts sont à la base des choix des transporteurs. En outre, il est en général plus aisé de prévoir l'effet des mesures de politique de transport ou des environnements économiques sur les coûts que sur les prix (il en va par exemple ainsi pour le prix des carburants, les coûts salariaux, l'effet des mesures sociales...). La modélisation des coûts et des prix était donc nécessaire, même pour modéliser les comportements des usagers. On a également introduit les coûts généralisés de transport qui tiennent en particulier compte des valeurs du temps des usagers et qui sont particulièrement importants pour définir le choix modal et l'affectation des trafics par itinéraire pour les marchandises et les voyageurs. Les fonctions de coûts de transport retenus comportent toujours une composante temporelle et une composante kilométrique.

Pour les transports de marchandises par route, les coûts horaires et kilométriques sont ceux du Comité national routier. Les coûts du ferroviaire sont donnés par des fonctions affines distinguant les dépenses en personnel, les dépenses en capital et les coûts d'exploitation ou péages d'infrastructure. Ils ont été calculés à partir des éléments réunis par différentes directions du ministère et figurant dans diverses études, en particulier menées en Grande-Bretagne, où les coûts ferroviaires sont publics et où des rapprochements avec les coûts d'autres opérateurs européens ont pu être faits. Pour les voies navigables, les études récentes sur les projets de voies à grand gabarit ont fourni tous les éléments de coûts nécessaires.

Pour le transport de voyageurs, les coûts routiers sont ceux de la circulaire de la direction des routes sur l'évaluation des projets routiers. Les coûts ferroviaires sont déterminés par des fonctions affines dépendant de la distance, du temps et du type de service considéré : TGV ou grandes lignes classiques (trains rapides nationaux). La fonction de coût du transport aérien sera arrêtée ultérieurement.

<sup>3</sup> Enquête sur les flux terrestres de marchandises en transit ou en échange à travers les Alpes françaises et les Pyrénées en 1999 et enquête aux frontières réalisée par les services du ministère du tourisme.



## MODÈLE

Les prix du transport de marchandises à la tonne-kilomètre sont ceux de la base de données SITRAM et d'études sur les voies navigables. Pour les voyageurs, une fonction de prix dépendant de la distance et du service a été introduite dans le modèle pour le ferroviaire et l'on fait encore référence à la circulaire de la direction des routes, déjà citée, pour les automobiles. Les prix aériens résultent d'une enquête légère réalisée spécialement pour les besoins de la modélisation. Le modèle permet, à partir de ces coûts et prix unitaires, de déterminer les coûts et prix de transport de bout en bout.

### **Affectation du trafic par itinéraire selon la loi d'Abraham pour la route et au plus court chemin pour le fer**

Les modèles d'affectation du trafic envisageables sont très nombreux : modèles prix - temps, logit modal ou tous modes, loi d'Abraham avec diverses valeurs pour l'élasticité des transports aux coûts de transport... Nous n'avons pas voulu compliquer le développement de la modélisation par une recherche sur le sujet, qui fait l'objet de nombreuses polémiques et pour lequel un audit de l'INRETS a montré qu'il n'y avait pas de modèle l'emportant sur tous les autres dans toutes les situations. Nous avons donc décidé, a priori, de retenir pour le fer une affectation sur l'itinéraire de moindre coût généralisé, qui s'était avérée raisonnable dans l'étude des schémas de services ferroviaires fret, et, pour la route, une affectation suivant la loi d'Abraham, qui est utilisée depuis de nombreuses années par la direction des routes et qui ne conduit pas, en moyenne, à surestimer l'intérêt des investissements. Deux autres méthodes (appelées, du nom de leur auteur, Dial et Burrell) sont intégrées au logiciel TRIPS et pourraient être mises en œuvre moyennant des développements d'un coût raisonnable. D'autres méthodes d'affectation pourraient être intégrées dans la modélisation, qui présente une certaine souplesse de ce point de vue, avec en particulier une chaîne de modélisation de l'affectation bien distincte des autres modules de MODEV.

Pour la route, le processus d'affectation doit rendre compte correctement de la congestion routière qui influe notablement sur le choix d'itinéraire et sur le choix modal. Il en résulte, malgré la simplicité de la loi d'affectation retenue, un processus d'affectation assez complexe qui comprend quatre étapes : un préchargement du trafic local ; la détermination automatique pour chaque relation origine/destination de huit itinéraires probables – quatre pour les automobiles et autant pour les poids lourds - ; une affectation du trafic de poids lourds ; une affectation du trafic automobile selon un processus en dix itérations.

On rappelle que la loi d'Abraham retenue par la direction des routes stipule que les trafics entre deux itinéraires concurrents se répartissent comme l'inverse du rapport des coûts généralisés de transport à la puissance 10.

Pour le transport aérien, il existe un seul itinéraire entre deux zones d'emploi et les correspondances n'ont pas été modélisées.

### **LE MODÈLE DÉTAILLÉ VOYAGEURS : un modèle à quatre étapes pour reproduire plus finement le comportement de l'usager et les disparités régionales**

Le modèle détaillé voyageurs vise à reproduire les principaux déterminants des choix de l'usager au cours de son déplacement ainsi que les caractéristiques de chaque zone d'emploi qui conditionnent les émissions ou attractions de déplacements.

Le modèle détaillé comporte quatre étapes : la génération des déplacements, leur distribution dans l'espace, le choix modal, l'affectation sur itinéraire.

Les données utilisées sont :

- les caractéristiques socio-économiques des zones d'emploi : population par sexe et âge, revenu des ménages, emplois et secteurs d'activité. Elles sont extraites de l'atlas des zones d'emploi de 1998 ;
- les données géographiques et d'offre du modèle global à savoir : les unités géographiques de base (zone d'emploi), les réseaux, les prix, les coûts, les distances et les temps de transport, le trafic routier lourd ;
- le volet "longue distance" de l'enquête nationale « Transports et communications » de 1993, qui permet de caler les lois comportementales : génération, distribution, choix modal. Dans cette enquête, 42 000 déplacements, représentatifs des 726 millions de déplacements longue distance effectués en 1993, sont renseignés. Pour le choix modal, 29 000 déplacements à longue distance contiennent les informations requises.

Deux motifs de déplacement ont été retenus : raisons personnelles et motif professionnel.

## MODÈLE

**La génération des déplacements des voyageurs relève d'une approche différente selon qu'ils sont ou non liés au domicile**

C'est à l'étape de génération qu'est calculée la fréquence des déplacements à longue distance pour chaque zone d'emploi. L'enquête transport et communication utilisée pour le calage de la génération étant une enquête de mobilité, nous avons été conduits à distinguer d'une part les déplacements ayant pour origine ou destination le domicile, pour lesquels les émissions et les attractions de déplacements sont naturellement égales, d'autre part les déplacements non reliés au domicile qui sont parfois appelés déplacements secondaires (ce sont par exemple les déplacements entre le lieu de travail et un centre commercial, les déplacements sur un lieu de villégiature ou encore ceux réalisés entre l'école et le lieu de travail si les parents déposent leurs enfants à l'école en partant au travail). Dans le premier cas, l'analyse se fait au niveau des individus interrogés dans l'enquête transport (analyse désagrégée) ; dans le second, cette analyse désagrégée n'est plus possible et l'analyse retient comme base les caractéristiques zonales.

**Une génération des déplacements des voyageurs liés au domicile calée par une approche désagrégée au niveau de l'individu**

Pour un individu, la fréquence des déplacements personnels liés au domicile peut être expliquée par :

- le type de zone de résidence : ville-centre ou autre, départements frontaliers ou non ;
- la motorisation : pas de voiture, une voiture, deux voitures ou plus ;
- l'âge : 0-20 ans, 21-64 ans, 65 ans et plus
- l'activité : profession intermédiaire, profession supérieure, autre, toutes activités confondues.

Pour limiter le nombre de classes d'usagers dans la modélisation, nous avons finalement retenu une segmentation en 44 classes, sur la base d'une analyse de tableaux croisés et de tests statistiques qui permettent de regrouper certaines catégories d'usagers.

Le nombre de déplacements annuels pour motif professionnel dépend, comme on pouvait s'y attendre, de l'âge et de la profession. Il dépend aussi de la région de France considérée. Sur ce dernier point, la meilleure adéquation avec les résultats de l'enquête transport et communication est obtenue lorsque l'on distingue l'Ile-de-France, où les déplacements professionnels sont en moyenne plus faibles que dans les autres régions, les régions voisines de l'Ile-de-France, où ils sont plus forts, et les autres régions. La dissymétrie des déplacements tient pour partie aux sièges sociaux, qui attirent plus de déplacements qu'ils n'en émettent.

Le tableau suivant donne la mobilité professionnelle des habitants de l'Ile-de-France et du reste du bassin parisien dont l'âge est compris entre 21 et 64 ans.

**Tableau : Nombre moyen de déplacements par an, pour motif professionnel, des habitants de l'Ile-de-France et du reste du bassin Parisien âgés de 21 à 64 ans.**

Activité	Bassin Parisien (hors Ile de France)	Ile-de-France
Agriculteurs, sans emploi, retraités	0,5	0,3
Ouvriers, employés	5,3	0,8
Profession intermédiaire	16,6	2,3
Profession supérieure	17,8	8,4

Source : Enquête transports et communications de 1993

**Les déplacements liés au domicile sont finalement agrégés au niveau de la zone d'emploi**

Le nombre de déplacements liés au domicile généré par une zone d'emploi (unité de base de la modélisation) pour chacun des motifs est égal à la somme des mobilités individuelles pondérées par les effectifs des classes de mobilité dans la zone considérée.



## MODÈLE

### **Un calage directement agrégé pour la génération des déplacements non liés au domicile**

La génération/attraction des déplacements qui ne sont pas basés au domicile est déterminée à l'aide de modèles économétriques dont les variables explicatives, au niveau de la zone d'emploi, sont : pour les déplacements personnels, la population, le nombre de lits d'hôtel et le nombre de places de camping ; pour les déplacements professionnels, le nombre d'emplois et le pourcentage d'emplois tertiaires.

### **La distribution des déplacements suit un modèle gravitaire**

La distribution des flux de transport dans l'espace, qui prend pour MODEV la forme d'une matrice des flux entre zones d'emploi, dépend des émissions et de l'attraction de chaque zone ainsi que des offres et des coûts de transport pour se rendre d'une zone à l'autre. Elle dépend aussi de la préférence des usagers entre les modes de transport disponibles. Dans la modélisation, la distribution des flux est tributaire des phases de choix modal et d'affectation que nous décrivons plus loin dans cette note. C'est surtout par commodité de langage que l'on parle ici de modélisation en quatre étapes et que celles-ci sont présentées dans l'ordre conventionnel le plus fréquemment adopté dans la littérature spécialisée. Très classiquement, la loi de distribution retenue est de forme gravitaire. Elle s'écrit comme suit :

$$Flux_{ij} = a_i \times b_j \times E_i \times A_j \times F(C_{ij})$$

Où : Flux<sub>ij</sub> est le flux émis de la zone i vers la zone j

E<sub>i</sub> est l'émission de la zone i ;

A<sub>j</sub> est l'attraction de la zone j ;

a<sub>i</sub> et b<sub>j</sub> sont des coefficients d'ajustement

F(C<sub>ij</sub>) est la fonction d'impédance de la zone i vers la zone j. Cette impédance dépend du coût généralisé de transport entre i et j. Plus ce coût est élevé, moins les flux entre i et j sont importants " toutes choses égales par ailleurs ". Le modèle gravitaire est assez robuste et l'expérience montre que l'on peut, selon les cas, remplacer le coût généralisé par un temps ou une distance sans nuire à la qualité de la modélisation.

La forme qui conduit au meilleur calage du modèle sur les données de l'enquête transport et communication (répartition des flux par classes de distance) est la suivante :

$$F(C_{ij}) = C_{ij}^{X_1} \times \exp(X_2 \times C_{ij})$$

où C<sub>ij</sub> est la somme des temps de parcours des différents modes de transport pondérés par les parts modales respectives (l'ajustement avec un modèle LOGSUM, très utilisé dans ce type de modélisation, donnait de mauvais résultats) ;

X<sub>1</sub> et X<sub>2</sub> sont des paramètres de calage estimés à l'aide du logiciel TRIPS pour chacun des deux motifs de déplacement.

### **Un modèle de choix de mode classique dans son principe mais qui combine des approches désagrégées et agrégées**

Un modèle de choix modal de type Logit multinomial a été mis en œuvre tant pour les déplacements personnels que pour les déplacements professionnels. Pour chaque motif, la probabilité de retenir un mode de transport j est égale à :

$$P_j = \exp(U_j) / \sum_{i=1}^3 \exp(U_i)$$

où les U<sub>i</sub> sont les fonctions d'utilité individuelle associées aux modes routier, ferroviaire et aérien pour le motif considéré. La partie aléatoire (non expliquée) de ces fonctions d'utilité est supposée suivre une loi de Poisson. Au total six fonctions d'utilité ont dû être construites, trois pour les déplacements personnels et trois pour les déplacements professionnels. Le calage de ces fonctions relève d'une démarche désagrégée où l'unité de compte est l'individu. Pour passer à l'unité de compte du modèle qui est la zone d'emploi, nous n'avons pas construit des fonctions d'utilité agrégées. La répartition modale par origine/destination se fait directement par agrégation des choix individuels.

## MODÈLE

Les fonctions d'utilité dépendent linéairement des variables explicatives. Le coefficient associé au prix est générique, c'est-à-dire égal pour tous les modes de transport. Pour obtenir des valeurs du temps acceptables pour chaque mode de transport, la contrainte a été relâchée sur le coefficient associé au temps de transport. Celui-ci n'est donc pas générique et varie d'un mode à l'autre.

Pour le motif personnel, quatre classes de distance sont considérées dans les fonctions d'utilité : moins de 250 km, de 250 à 500 km, de 500 à 750 km, plus de 750 km.

Les arguments des fonctions d'utilité sont :

- pour la route : le temps, le coût par personne et par classe de distance, la motorisation, et la possession du permis de conduire ;
- pour le fer : le temps de parcours qui inclut les temps terminaux, le prix en première ou seconde classe (TGV et trains corail), le logarithme de la fréquence des trains, le nombre de correspondances, la possession d'une carte d'abonnement, le sexe et l'âge (plus ou moins de vingt ans) ;
- pour le transport aérien : le temps, le prix, le logarithme du nombre de liaisons journalières, le revenu du ménage.

Pour le motif professionnel, les variables des fonctions d'utilité sont souvent proches de celles retenues pour le motif personnel. Quelques différences notables peuvent cependant être relevées. La distinction en classes de distance a dû être abandonnée, sauf pour le fer où elle intervient d'ailleurs sous la forme dégradée d'une variable binaire d'un transport à plus ou à moins de 250 kilomètres. Pour la route également, les variables « motorisation » et « possession du permis de conduire » n'interviennent plus, mais le revenu apparaît, en revanche. Le revenu du ménage demeure explicatif pour le transport aérien comme pour le motif personnel. On peut penser qu'il traduit ici le salaire, lui même lié à la profession.

### ***Un modèle d'induction optionnel qui n'a pas été calé sur des données d'observation***

L'induction peut être sommairement décrite comme le volume de trafic supplémentaire généré par une amélioration de l'offre de transport. Dans la pratique, plusieurs définitions de l'induction sont retenues par les maîtres d'ouvrages ou les modélisateurs. Elle peut ainsi comprendre la partie des reports modaux non expliquée par la modélisation ou les changements de destination causés par une amélioration de l'offre de transport. Dans MODEV, elle concerne uniquement ce que l'on nomme parfois " l'induit pur ", c'est à dire la génération de trafics nouveaux pris sur des temps d'activité non consacrés aux transports avant la modification des conditions de transport étudiée. Cette étape doit être menée prudemment, l'induction pure étant difficilement observable et sa formulation ne pouvant faire l'objet d'un calibrage, comme cela a été le cas pour les autres modules de MODEV. L'option qui consiste à ne pas tenir compte du trafic induit sera systématiquement envisagée à titre de variante dans toutes les applications.

Deux formulations de l'induction sont prévues : celle proposée par la circulaire de la direction des routes de 1998 sur l'évaluation de projet, qui repose sur une élasticité de - 0,66 du trafic aux coûts généralisés de transport, et celle proposée dans le logiciel TRIPS, où le rapport des flux avec et sans induction dépend des fonctions d'utilité des trois modes de transport (procédure LOGSUM).

### ***L'affectation sur les réseaux***

Le module d'affectation est le même que pour le modèle global. Il concerne les réseaux routier et ferroviaire.

### ***Des situations projetées à construire***

Le calage des lois comportementales de MODEV a été réalisé à partir de l'enquête transport et communication de 1993 et donc aussi à partir d'une description des réseaux, des prix, des coûts, des offres de transport et de la demande à cette même année. L'application du modèle dans la situation actuelle et aux horizons 2010 et 2020 nécessite la description de tous ces



## MODÈLE

éléments aux nouvelles années considérées. Ce travail important va se poursuivre tout au long du deuxième semestre 2001. Des actions de validation, de confrontation avec les résultats d'autres modèles et des premières opérations de contre-expertise pourront toutefois être conduites parallèlement par le jeu de priorités régionales accordées dans le planning de mise à jour des offres et des demandes de transport.

### **Conclusion**

MODEV permet dès à présent de réaliser des travaux de contre-expertise pour le compte des administrations centrales ou du Conseil général des ponts et chaussées. Des commandes ont d'ailleurs déjà été passées au SES par ces organismes. Ces commandes seront essentiellement traitées à partir de la confrontation des éléments les plus basiques de la modélisation : flux par origines et destinations ; coûts ; prix ; temps et distances de transport. Comme le montre l'expérience acquise par le SES avec son modèle alpin, cette confrontation devrait déjà permettre, à elle seule, de déceler les erreurs les plus grossières et de fournir des éléments solides de questionnement sur les enjeux essentiels des investissements. Ces éléments devraient susciter l'établissement d'un dialogue fructueux entre les différents intervenants et constituer une amélioration par rapport à la situation actuelle marquée par l'existence d'un déséquilibre trop grand d'information entre eux.

Un travail important de modélisation reste cependant à faire :

- description de l'offre et de la demande aux divers horizons d'étude ;
- validation du modèle sur des situations actuelles et par confrontation avec les résultats d'autres modèles ;
- développement du modèle marchandises détaillé ;
- amélioration des matrices de flux et des fonctions de coûts ou de prix.

Ce quatrième point est d'une importance capitale tant il est évident que des études multimodales ne peuvent être menées dans toute la transparence voulue que si une quantité minimale de données fiables et publiques est partagée entre les responsables et chargés d'études plus particulièrement spécialisés dans tel ou tel mode de transport. Actuellement, les éléments concernant les coûts ou les prix de transport de certains modes et la description de la demande sont trop parcellaires et ne présentent pas un degré de fiabilité totalement satisfaisant. Le parti a donc été pris de faire le meilleur usage possible des données déjà disponibles et publiques et d'en améliorer la qualité au fur et à mesure que des études seront réalisées. Dans son état présent, MODEV ne permet pas d'aller au delà de l'évaluation d'ordres de grandeur des enjeux de politiques ou d'investissements.

Lorsqu'il aura été validé par l'expérience et que les données de base auront été enrichies, MODEV ne se substituera pas pour autant aux modèles plus spécifiques mis en œuvre par, ou pour le compte, des maîtres d'ouvrages locaux ou nationaux. De tels modèles peuvent, en effet, bénéficier de données plus détaillées ou plus récentes, qui ne sont pas disponibles pour l'ensemble du territoire français, ou d'une modélisation plus fine adaptée au cas particulier étudié.

Si MODEV présente une certaine complexité, due à la présence des modèles détaillés voyageurs et marchandises, celle-ci ne doit pas masquer que l'essentiel réside dans les résultats fournis par les modèles globaux : coûts, prix, distances, temps de transport. Plus fondamentalement encore, l'important était de réunir dans un même ordinateur les bases de données qui permettent par leur simple observation de porter un jugement robuste sur la pertinence d'une politique ou d'un investissement de transport. La modélisation apparaît alors comme un moyen de s'en tenir effectivement aux données essentielles à l'évaluation et d'éviter toute complication et recherche d'une hypothétique exhaustivité qui a déjà fait échouer bien des expériences antérieures.