



UN MODELE DE SIMULATION DE L'EFFET D'UNE MODIFICATION DE L'OFFRE DE TRANSPORT ROUTIER

Georges GAC - Thierry CONDUCHÉ

L'OEST a entrepris, à la demande de la Direction des Routes, la conception d'un modèle de simulation de l'effet d'une modification de l'offre de transport routier sur l'affectation des flux de transport. Ses objectifs sont d'améliorer les prévisions de trafic sur certains tronçons autoroutiers pour lesquels le maillage du réseau aura une forte influence, et d'apporter un nouvel éclairage sur la pertinence des choix qui ont été retenus en terme d'aménagement routier et autoroutier. La présente note relate le contexte dans lequel est effectué cette étude et en explicite la méthodologie.

Investissements :
satisfaire la demande et contribuer à l'aménagement du territoire

La France a un programme ambitieux de construction d'autoroutes. Le Schéma Directeur des Routes et Autoroutes adopté en 1988 prévoit la construction de 2800 km d'autoroutes concédées sur 10 ans. Depuis cette date, le CIAT (Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire) a adopté le principe d'une nouvelle extension du réseau de 740 km, et les régions, qui ont été consultées, demandent la réalisation de 1200 kilomètres supplémentaires. Ces investissements répondent à deux objectifs majeurs :

- faire face à l'augmentation du trafic et aux enjeux économiques associés : les prévisions les plus sérieuses tablent sur une multiplication par deux des trafics sur le réseau national entre 1987 et 2010,
- favoriser l'aménagement du territoire : une nouvelle infrastructure de transport favorisant normalement le désenclavement des régions en difficulté, via la diminution des coûts de transport.

Afin de satisfaire ce deuxième objectif, le Schéma Directeur propose une desserte homogène du territoire et un maillage relativement fin du réseau. Ainsi, par exemple, pour faire face à la croissance des flux de transport nord-sud, plutôt que de doubler sur place l'autoroute A7 dans la vallée du Rhône, on a choisi de mettre à gabarit autoroutier les RN 9 (Paris-Montpellier) et RN 20 (Paris-Toulouse), et de construire une autoroute entre Grenoble et Sisteron, de manière à désenclaver le Massif Central et les Alpes du Sud, tout en améliorant l'offre de transport nord-sud.

De forts effets de réseaux que l'on mesure mal

Lorsque l'on améliore l'offre de transport routier, l'augmentation de trafic à attendre est de plusieurs ordres :

- le transfert modal : des usagers utilisant auparavant le train ou l'avion, utiliseront désormais la route,
- l'induction de trafic : des usagers se déplaçant peu ou pas du tout avant l'aménagement, se déplacent maintenant plus fréquemment,
- mais aussi «l'effet de réseau» : un usager utilisant auparavant un itinéraire n'empruntant pas l'axe que l'on aménage, peut modifier son itinéraire pour bénéficier de la nouvelle autoroute. Pour reprendre l'exemple précédent, un usager se rendant de Paris à Montpellier par l'autoroute du Sud, (Paris-Lyon-Avignon-Montpellier) pourra préférer, après réalisation du Schéma Directeur, passer par Clermont-Ferrand puis par la RN 9 qui sera à gabarit autoroutier.

Les investissements programmés au Schéma Directeur sont d'une ampleur et d'une nature telles que les effets de réseau seront probablement importants. Ainsi, c'est par l'effet de réseau que certains aménagements prévus et justifiés en premier lieu par des considérations d'aménagement du territoire, devraient

trouver un trafic suffisant, contribuant à décharger les axes en voie de saturation . C'est le cas, dans l'exemple précédent, des RN 9 et RN 20, vis-à-vis de l'Autoroute du Sud. Les études de trafic classiques réalisées lorsqu'un aménagement routier important est envisagé rendent mal compte des «effets de réseau» ; ou plus exactement, elles ne sont aptes à bien en rendre compte que lorsque ceux-ci sont faibles et localisés géographiquement à une faible distance de l'autoroute. Leur prise en compte rigoureuse nécessiterait la réalisation d'enquêtes de trafic sur des axes très éloignés de celui que l'on souhaite aménager, et seraient de fait extrêmement coûteuses.

La nécessité d'une nouvelle approche

Afin d'améliorer les prévisions existantes réalisées à l'aide d'études de trafic classiques sur les tronçons sur lesquels l'effet de réseau sera fort, l'OEST a entrepris, à la demande de la Direction des Routes et avec la coopération du SETRA, une étude dont l'objectif est, moyennant l'utilisation d'une méthode adaptée, de calculer les «effets de réseau», d'une manière générale pour l'ensemble des projets d'aménagements routiers. Cette étude débouche sur des prévisions de trafic *par axe* à horizon 2010, prenant en compte finement l'effet du maillage du réseau sur la diffusion des flux de transport. La méthode est succinctement présentée dans la suite de cet article.

Elaboration de matrices origine-destination de trafic

Ces matrices concernent le trafic de voyageurs et de marchandises, le trafic intérieur et international. Les matrices de trafic de marchandises sont issues de la base de données SITRAM de l'OEST, et de données des douanes. Les flux de trafic de voyageurs sont issus de données du SETRA et de l'institut hollandais de recherche NEA. Certaines données manquantes, pour le trafic de voyageurs, ont été modélisées à l'aide d'un modèle gravitaire intermédiaire, calé sur les données dont nous disposons. Le découpage géographique retenu est le département à l'intérieur du territoire français (95 zones), et la région dans les pays voisins (découpage de l'Europe hors France en une centaines de zones). Les trafics sont données en TMJA (trafic journalier moyen annuel).

Notons que le trafic local ne figure pas dans les matrices OD . En effet, le trafic intra-départemental pour les PL ; le trafic intradépartemental + le trafic interdépartemental au sein d'une même région pour les VL, représentant une proportion importante du trafic total, n'y sont pas décrits. La prise en compte du trafic local sera décrite dans un paragraphe ultérieur.

Définition des réseaux routiers

Les réseaux routiers français et européens sont définis par un ensemble de tronçons ou d'arcs reliés entre-eux, décrivant au mieux les caractéristiques de l'offre de transport (environ 450 tronçons, dont 300 en France et 150 pour les pays voisins). Pour chaque arc, il est calculé un «coût généralisé de transport», qui représente le coût d'utilisation de ce tronçon pour l'utilisateur :

$$C_g = C + \lambda \cdot t$$

C_g : coût généralisé

C : coût réel du transport (péage éventuel, carburant, entretien et usure du véhicule)

λ : valeur horaire du temps (évaluée à 50 F/heure pour les VL et 132 F/heure pour les PL en 1985)

t : temps de déplacement (lié à la vitesse moyenne, qui diffère selon que l'on est sur une autoroute ou une nationale, qu'il existe une saturation ou non, que l'on est en plaine ou en montagne, etc.)

Cette formule classique permet d'effectuer un arbitrage entre le temps de l'utilisateur et le coût réel du transport ; autrement dit elle permet de quantifier

EVOLUTION DU TRAFIC

l'avantage que peut avoir un usager à emprunter un itinéraire rapide (autoroutier) par rapport à un itinéraire plus lent (route nationale), quitte à payer un péage voire à allonger son parcours. L'itinéraire le plus avantageux étant en définitive celui de moindre coût généralisé.

Deux hypothèses de réseaux faites : le réseau actuel, qui comprend les routes et autoroutes en service en 1990, et le réseau à échéance du schéma directeur, qui comprend toutes les routes nationales, autoroutes et voies rapides prévues en 2010. (Pour passer du réseau actuel au réseau futur, on modifie le coût des tronçons routiers devant être mis à gabarit autoroutier, en diminuant le temps de trajet sur ces tronçons, et en rajoutant le cas échéant un péage.)

Mise au point d'un modèle d'affectation

Un modèle d'affectation calcule, pour chaque origine-destination, l'itinéraire de moindre coût. L'itinéraire de moindre coût est la succession d'arcs, ou de tronçons élémentaires, dont la somme des coûts est minimale, pour se rendre d'un point à un autre. Notons que compte tenu de la densité du réseau, il existe généralement plusieurs itinéraires de coût voisin. Lorsqu'il existe un deuxième plus court chemin significativement différent du premier (i.e. ayant un nombre suffisant d'arcs différents du premier itinéraire), le trafic est réparti entre ces deux itinéraires selon la règle suivante :

$$T_1 / T_2 = (C_{g2} / C_{g1})^{10}$$

T_1, T_2 : trafic sur les itinéraires 1 et 2 pour le flux O-D considéré,
 C_{g1}, C_{g2} : coût généralisé des itinéraires 1 et 2.

La proportion de trafic affecté sur l'itinéraire le plus court, augmente plus vite que la différence de coût entre les deux itinéraires. Cette règle, utilisée par le modèle ARIANE du SETRA, a été conçue pour l'étude de la concurrence entre une autoroute et la route nationale qui lui est «parallèle». On suppose que cette règle s'applique à notre problématique.

L'affectation est alors réalisée pour toutes les OD des matrices de trafic, et pour chaque arc du réseau, il est effectué la sommation de tous les flux OD qui empruntent cet arc.

Prise en compte du trafic local

On a vu que les matrices de trafic ne décrivent pas les flux de trafic locaux intra-départementaux : aussi, pour en tenir compte, lorsque l'on calcule le trafic total sur chaque arc en tenant compte de la variation de l'offre entre la situation actuelle et après la réalisation du schéma directeur, on réalise l'opération :

$$T_{ap} = T_{av} + E_{ap} - E_{av}$$

T_{ap} : trafic total après projet (hors induction) sur l'arc considéré,
 T_{av} : trafic total avant projet (connu à partir des statistiques d'autoroutes ou des comptages effectués par le SETRA) sur l'arc,
 E_{ap} : trafic affecté sur l'arc à l'aide du modèle de simulation, avec l'offre correspondant au réseau à échéance du schéma directeur,
 E_{av} : trafic affecté sur l'arc à l'aide du modèle de simulation, avec l'offre correspondant au réseau actuel.

L'effet de réseau sur le trafic local n'est pas calculé ; généralement, celui-ci est faible. Remarquons encore que le modèle calcule des trafics de coupure : lorsqu'une RN est doublée d'une autoroute à échéance du schéma directeur, c'est le trafic total (autoroute + RN) qui est calculé.

EVOLUTION DU TRAFIC

L'induction de trafic

Le modèle calcule également l'induction de trafic entre deux points devant faire l'objet d'une amélioration de l'offre de transport. La règle utilisée pour le calcul de l'induction est celle préconisée par la direction des Routes dans la circulaire sur l'évaluation des projets routiers, dont la pertinence toutefois est moyenne :

$$T_{ap} = T_{av} * (C_{av} / C_{ap})^{2,3}$$

T_{av} , C_{av} : trafic et coût généralisé sur l'itinéraire pour l'OD avant proje,
 T_{ap} , C_{ap} : trafic et coût généralisé sur l'itinéraire pour l'OD après projet.

Cette règle relie l'induction au coût de transport et au trafic existant : seule l'induction relative aux flux de longue distance décrits par les matrices origine-destination de trafic peut être calculée. Comme pour l'affectation, il est effectué pour chaque arc la sommation de tous les flux induits empruntant cet arc.

La saturation des tronçons encombrés

Il est possible de prendre en compte la saturation pour les axes encombrés du réseau : il suffit de prendre sur ces axes une vitesse moyenne plus faible. Toutefois, la saturation est un phénomène qui intervient surtout aux heures et aux jours de pointe. Elle est donc traitée de manière très simplifiée. Compte tenu des données disponibles (trafic TMJA), il était difficile de faire mieux.

Les hypothèses de croissance de trafic

Le modèle conçu pour cette étude est avant tout un modèle d'offre : pour un niveau de demande de trafic donné, il permet de simuler l'effet d'une variation de l'offre sur la répartition des flux de transport sur les grands itinéraires du réseau. Pour connaître le trafic réel à un horizon lointain, par exemple à horizon 2010, il faut effectuer des hypothèses de croissance de trafic. Ces hypothèses de croissance sont appliquées aux matrices de trafic en entrée du modèle. Le modèle étant en lui même très fin pour la mesure des effets de réseau, il perd de sa pertinence lorsque l'on effectue des hypothèses de croissance :

- la croissance du trafic ne peut être connue qu'avec une forte incertitude,
- la croissance sera différenciée selon les régions, la longueur des parcours, les motifs de déplacement, etc... Or, les hypothèses de croissance de trafic issues des études actuellement disponibles pour les perspectives de trafic, donnent des résultats globaux, supposés valables pour l'ensemble du territoire.

Quels résultats attendre de l'utilisation d'un tel modèle ?

Outre les résultats de base :

- l'amélioration des prévisions de trafic sur les tronçons routiers et autoroutiers pour lesquels un fort «effet de réseau» est prévisible,
- la confirmation par les perspectives de trafic de la pertinence des choix effectués lors de l'élaboration du schéma directeur des routes et autoroutes (maillage du réseau, désenclavement de régions défavorisées),

... on peut encore attendre, comme résultats :

- la possibilité de tester le potentiel de trafic sur des tronçons encore non inscrits au Schéma Directeur, et que l'on envisage d'aménager, sans effectuer dans un premier temps de coûteuses enquêtes de trafic,
- une aide aux décisions nécessaires en terme de programmation et de hiérarchisation de l'urgence des projets,
- une meilleure connaissance de l'intérêt communautaire de certains projets, (grâce à la prise en compte du trafic international),
- la possibilité de mesurer l'effet sur le trafic d'une politique de modulation tarifaire des péages d'autoroutes sur les axes les plus encombrés.

Il s'agit donc en définitive, d'un outil d'aide à la décision en matière de choix d'investissement, et de planification pour le transport par route. ■