

A N N E X E S

ANNEXE 1

L'EVALUATION DES PROJETS ROUTIERS

Introduction

Depuis longtemps la Direction de la Prévision conteste les résultats et certains outils de l'évaluation des sections d'autoroute à construire que réalise la Direction des Routes. Le désaccord s'est concrétisé par le fait que la Direction de la Prévision s'est construit son propre modèle et fait sa propre évaluation, opposant ses résultats à ceux de la Direction des Routes.

Cette situation a donné lieu à une tentative de rapprochement au cours des travaux du groupe "TRANSPORTS 2010". Le calendrier des travaux du groupe n'a pas permis de faire plus que de dresser un constat des divergences, résumé dans l'annexe 2 du rapport "TRANSPORTS 2010", et d'amorcer quelques rapprochements. Le résultat restant insatisfaisant, les intéressés à la Direction des Routes, à la Direction de la Prévision, et les chargés de mission du Commissariat général du Plan sont convenus de poursuivre le travail de rapprochement au sein du nouveau groupe de travail "Méthodes d'évaluation des infrastructures de transport" ; mandatée par ce groupe et agissant comme un consultant extérieur, une équipe composée d'un micro-économiste, d'un spécialiste des modèles et des deux chargés de mission du Commissariat général du Plan a étudié les outils et les données de base de l'une et de l'autre Direction, les a évalués et formule des recommandations. C'est ce que l'on trouvera dans la note qui suit.

1. Méthodes, outils, données de base, résultats présentés par la Direction de la Prévision

Devant les doutes que lui inspiraient les outils de la Direction des Routes, la Direction de la Prévision a mis au point son propre outil d'évaluation des projets autoroutiers, uniquement dans le but de réaliser une contre-expertise, mais dont les chiffres ont été utilisés comme des estimations concurrentes de celles de la Direction des Routes.

A partir de l'observation des reports de trafic des routes nationales (RN) vers les sections d'autoroutes mises en service entre 1970 et 1985, la Direction de la Prévision a retenu les chiffres forfaitaires de report de 40 % du trafic de la RN la plus proche sur la nouvelle autoroute, et de 18 % du trafic de quelques itinéraires plus lointains. A ces chiffres, il faut ajouter le trafic induit estimé sur la base d'une analyse économétrique. Il représente 85 % en moyenne du trafic reporté, ce volume important s'expliquant par le fait que le terme "induit" reprend ici du trafic reporté d'autres modes, voire du trafic routier reporté d'itinéraires non pris en compte. On obtient ainsi le trafic sur la section d'autoroute à son ouverture.

Ce trafic est ensuite supposé croître selon les indications de la circulaire des Routes.

Le gain de temps est obtenu en supposant la vitesse sur autoroute égale à 110 km/h et celle sur RN à 65 km/h quelle que soit sa configuration et son encombrement.

Le gain de temps est valorisé à 50 F/heure (francs 1985) et correspond à la valeur révélée. Pour le trafic induit, les gains de temps ne sont pris en compte que pour la moitié de leur valeur. La Direction des Routes lui ayant fait remarquer que son trafic "induit" comprenait une part de trafic reporté, la Direction de la Prévision a introduit un correctif prenant en compte la totalité des gains de temps correspondants.

Les dépenses d'exploitation sont celles indiquées par la circulaire des Routes.

Enfin les indicateurs produits sont les taux de rentabilité interne socio-économique et financière.

Observations

Ce modèle est simpliste par nature puisque son objectif n'était que de permettre à la Direction de la Prévision de se forger une opinion sur le réalisme des trafics estimés par la Direction des Routes en n'utilisant que des données accessibles à tous (c'est-à-dire les trafics sur les routes existantes). L'affectation des trafics est fondée sur des observations maintenant anciennes (1975-1985) et nivelle dans une moyenne les particularités de chaque situation.

Il n'y a pas d'analyse origine-destination.

Les caractéristiques des routes nationales sont supposées permettre une vitesse moyenne uniforme de 65 km/h.

Les gains de temps des usagers de l'autoroute résultent de la différence des temps de parcours entre les deux extrémités de la section d'autoroute d'une part, deux points équivalents de la RN la plus proche d'autre part.

Les gains de temps dont peuvent bénéficier ceux qui continuent d'utiliser la RN, résultant d'une éventuelle décongestion de cette RN, sont considérés comme négligeables et ne sont donc pas pris en compte, sauf exception.

Nous ne ferons aucune recommandation d'amélioration de ce modèle, puisque le but du présent travail est de réconcilier les points de vue des deux Directions de la Prévision et des Routes et que dans ces conditions, la Direction de la Prévision devrait abandonner son modèle et se fier à celui de la Direction des Routes, dès lors que celle-ci aura mis en application les recommandations du rapport "TRANSPORTS 2010" et du présent groupe de travail et que les évaluations fournies par le logiciel ARIANE seront plus transparentes et de ce fait susceptibles de contre-expertise. Il revient au ministère technique de faire ou de faire faire des évaluations de projet utilisant une méthodologie et des données qui recueillent l'accord de toutes les parties. C'est bien d'ailleurs ce qui se passe dans le domaine ferroviaire : dans le cadre du groupe "TRANSPORTS 2010", un consensus s'est établi sur les outils qu'utilise la SNCF pour évaluer la rentabilité des lignes nouvelles à grande vitesse.

2. Données de base, outils, résultats présentés par la Direction des Routes

2.1. Présentation des résultats

Les résultats de l'évaluation sont présentés selon 10 critères conformément à la circulaire des Routes de mars 1986, elle-même conçue en application de l'article 14 de la LOTI et du décret du 17 juillet 1984.

Rappelons-les :

1. Développement économique et aménagement du territoire.
2. Sécurité.
3. Avantage pour les usagers.
4. Environnement.
5. Situation initiale exceptionnellement défavorable.
6. Incidence sur les autres modes.

7. Emploi.
8. Energie.
9. Bilan financier pour la puissance publique.
10. Bilan coût-avantages monétarisables.

Chaque critère est évalué de manière quantitative ou qualitative, puis noté ++, +, o, - ou -- dans le tableau synthétique de présentation des résultats.

De plus, dans le critère 10 sont calculés le taux de rentabilité immédiate (il s'agit du taux de rentabilité socio-économique, bien que le texte ne le précise pas) en vue de déterminer la date optimale de mise en service, et le bénéfice actualisé.

Observations

Trois observations peuvent être faites sur cette présentation :

- a. l'indicateur économique classique que constitue le taux de rentabilité interne socio-économique n'est pas calculé. De même n'est calculé aucun indicateur de rentabilité financière dans le cas où l'ouvrage est concédé. On verra plus loin le degré de pertinence de tels indicateurs financiers.
- b. la présentation sous forme de tableaux conduit de facto le lecteur à accorder implicitement la même importance à chacun des 10 critères, même si la circulaire oblige le chef de projet à établir une synthèse et une pondération. Les deux ou trois traits saillants du projet sont ainsi noyés dans une masse d'informations trop grande. Cette présentation témoigne d'une démarche superposant le rôle du conseiller économique du ministre (ou des collectivités territoriales), rôle qui est celui de la Direction des Routes et qui mettrait en relief l'intérêt socio-économique du projet, et celui du conseiller politique.
- c. la liste des critères découle de la LOTI. Tous n'ont pas le même degré de pertinence, et la Direction des Routes elle-même l'admet :
 - des effets peuvent avoir été oubliés, et notamment l'interface avec les problèmes urbains, qui sont à l'origine de la plupart des congestions : la variante retenue de l'autoroute Toulouse-Pamiers a pour effet de rééquilibrer les trafics vers l'est de Toulouse, zone moins chargée que l'ouest, et à plus long terme d'orienter l'urbanisation dans cette même direction, ce qui est jugé bénéfique. Cet effet ne figure pas dans la liste ;
 - des critères sont partiellement redondants : l'avantage pour les usagers (3), et la sécurité (2) sont repris dans le bilan coûts-avantages monétarisables (10) ;

- des critères sont non discriminants : l'emploi (1) est proportionnel au coût d'investissement, la variation de dépense d'énergie (8) est marginale et presque toujours dans le même sens, au détriment de l'autoroute par rapport à la route nationale ;
- l'appréciation que l'on peut porter sur l'environnement (4) a beaucoup changé depuis quelques années ;
- le critère 1 comporte une évaluation des potentialités en termes d'emplois indirects et de flux migratoires induits par le projet hors période de construction, et la prise en compte du taux de prime DATAR des communes intéressées. On sait que le premier effet dépend essentiellement du dynamisme des acteurs économiques. Quant au taux de prime DATAR, il est, à ce jour, à peu près uniforme en dehors des grandes agglomérations et n'est donc pas discriminant.

Recommandations

Les résultats de l'évaluation devraient être présentés :

- d'une part, dans un document économique comportant :
 - . les indicateurs classiques de rentabilité socio-économique : taux de rentabilité interne, immédiate, date optimale de mise en service, bénéfice actualisé, bénéfice actualisé par franc investi, avec une étude de sensibilité au trafic, et au coût du projet (au niveau de l'étude préliminaire, le respect de l'environnement peut introduire des surcoûts non négligeables) ;
 - . des indicateurs de rentabilité financière dans le cas de sections d'autoroute concédable, dont la définition, qui pose d'ailleurs quelques problèmes, est donnée au paragraphe 2.3, et avec l'analyse des écarts par rapport à la rentabilité socio-économique ;
 - . un argumentaire reprenant, de manière quantifiée quand c'est possible, tous les éléments autres qui ne peuvent être monétarisés ;
- d'autre part, dans un document de présentation "politique" distinct du document précédent, destiné à rendre plus parlants les différents avantages et inconvénients du projet. On pourrait par exemple y préciser que le projet aura pour effet de réduire les accidents à hauteur de 50 morts par an, donnée qui figurera dans le document précédent sous forme d'un gain de 170 MF pour la collectivité. Des schémas et graphiques pourront illustrer le texte.

2.2. Observations et recommandations sur les critères autres que les rentabilités

- . L'effet sur le développement économique n'est pas quantifiable. Mais l'aptitude et les engagements des acteurs économiques touchés par le projet (élus, corps consulaires, administration) à utiliser les opportunités qui s'offrent à eux pour le développement local est une donnée intéressante qui devrait figurer dans la présentation.

- . Des indicateurs d'accessibilité pourraient être présentés également, par exemple sous forme de carte montrant les zones accessibles en 1 heure, 2 heures... avant et après.

- . Outre sa valorisation et son inclusion dans la rentabilité socio-économique, l'effet sur la sécurité devrait être chiffré en nombre de victimes, morts et blessés, épargnés chaque année par le projet ¹.

- . L'effet sur l'environnement pourrait reprendre l'étude d'impact et décrire les problèmes particuliers rencontrés (bruit, sites remarquables, milieu naturel) et les solutions apportées pour réduire les nuisances, et fournir une estimation du coût des mesures proposées tant en investissement qu'éventuellement en exploitation. On ira aussi loin que possible dans l'intégration au calcul des effets connus et monétarisables.

- . L'incidence sur les autres modes de transport concerne essentiellement le fer. Une rapide description de l'effet attendu sur les liaisons ferroviaires concurrentes serait utile. On sait que les trafics détournés du fer vers la route sont faibles pour la route, mais ils peuvent être relativement importants pour le fer, ou de la route vers le fer.

- . L'incidence sur la desserte suburbaine des agglomérations intéressées et les effets possibles sur l'urbanisation devraient être présentés.

- . Enfin, bien entendu, tout autre effet significatif devrait être décrit.

(1) Rappelons également que le prix de la vie humaine utilisé dans le calcul des avantages du projet devrait être actualisé, suite aux études récentes sur ce sujet (voir la Deuxième partie du rapport - paragraphe 6).

2.3. Le bilan financier

Le bilan financier est présenté sous la forme du tableau ci dessous :

Coût économique d'investissement pour	l'Etat les collectivités territoriales les sociétés concessionnaires
Coût d'entretien et d'exploitation	la 1 ^{re} année somme actualisée
Bilan financier pour la puissance publique	Coût économique global Variations de recettes fiscales actualisées

Le coût économique d'investissement est la somme actualisée de dépenses intervenant à des périodes différentes (études, acquisitions foncières, travaux). Ces dépenses s'entendent TVA comprise.

Les coûts d'entretien et d'exploitation, eux aussi TVA comprise, sont conformes à des normes résultant d'informations recueillies en 1983.

Les variations de recettes fiscales concernent la TVA et la TIPP.

Observations

- . Il y a là une série de critères présentée de façon éclatée sans que rien vienne les rassembler.
- . Le mot "économique" dans cette présentation prête à confusion. Mieux vaut parler de coût actualisé à l'année de mise en service.
- . Les coûts d'entretien et d'exploitation devraient se fonder sur des données plus récentes.
- . La présentation mélange puissance publique et concessionnaire. Il conviendrait de les distinguer nettement. Dans tous les cas, concession ou non, un bilan financier peut être établi pour la puissance publique. Dans le cas le plus simple, il ne comporte d'ailleurs que des recettes de TVA et de TIPP. Dans le cas de concession, un bilan financier distinct pour le concessionnaire devrait comporter ses dépenses d'investissement et d'exploitation TVA comprise, et en contrepartie ses recettes de péage.

- L'évaluation des projets routiers -

- Un premier problème se pose : faut-il établir le bilan financier d'une section d'autoroute concédée en la considérant comme seule ou en l'intégrant dans l'itinéraire fonctionnel dont elle peut faire partie (exemple Troyes-Chaumont sur l'itinéraire Calais - Dijon) ? A vrai dire, il convient d'établir le bilan financier de l'itinéraire entier lorsque celui-ci est conçu, et avec le phasage envisagé pour sa réalisation. Les bilans section par section permettent d'établir l'ordre de réalisation le plus intéressant.
- Un deuxième problème consiste à faire choix pour les calculs des hypothèses les plus vraisemblables. En effet, les concessions des premières sections ont été données pour une durée de 35 ans. Mais depuis une douzaine d'années, pour aider à la réalisation de nouvelles sections présentant des déficits de trésorerie, l'habitude s'est prise de prendre en considération l'ensemble des sections en exploitation et à construire pour chaque société d'autoroute, et d'ajuster la date de fin de concession de cet ensemble de telle sorte qu'à ce moment les pertes comptables cumulées aient au pire été réduites à zéro. Les simulations ainsi effectuées ont conduit à fixer la date de fin de concession aux alentours de 2015 pour la plupart des sociétés. Les simulations sont d'ailleurs refaites chaque année au moins.

Au-delà de 2015, l'hypothèse aujourd'hui la plus vraisemblable aux yeux des rapporteurs est que le concédant, l'Etat, continuera de percevoir un péage dans la continuité de celui qui existera à ce moment, et non pas, comme le prévoit encore la loi de 1955, un péage couvrant seulement les frais d'exploitation. Ce péage aurait alors pour rôle de réguler la demande et de financer d'autres infrastructures de transport, ce qui serait alors en contradiction avec les dispositions de la loi.

- Un dernier problème touche enfin à l'évolution du niveau des péages. Ce niveau résulte aujourd'hui, non pas d'un prix de marché, mais d'une décision de l'Etat. L'hypothèse la plus raisonnable que l'on puisse faire aujourd'hui est celle d'un maintien du niveau en francs constants. Mais rien n'interdit bien entendu de tester d'autres hypothèses.

A partir de ces considérations, deux indicateurs présentent un intérêt :

- le taux de rentabilité financière de la section d'autoroute en elle-même, indépendamment du régime sous lequel elle est exploitée, c'est-à-dire en supposant, contrairement à la loi de 1955, que le péage continuera d'être perçu indéfiniment à son niveau actuel ;
- l'apport financier nécessaire au concessionnaire envisagé pour que le bilan comptable de celui-ci soit équilibré en fin de concession.

Recommandations

En conclusion de ce paragraphe, nous recommandons que :

- a. dans le cas d'une concession, soit établi un bilan financier de l'ouvrage, prenant en compte selon le cas les dépenses et recettes actualisées de la section seule ou d'un ensemble fonctionnel lorsque c'est possible, selon des hypothèses de trafic et de niveau de péage clairement définies, aboutissant au calcul d'un taux de rentabilité financière interne et d'un bénéfice actualisé pour le concessionnaire. Il doit être complété par le calcul de l'apport financier du concédant au concessionnaire envisagé, nécessaire pour assurer l'équilibre du bilan comptable en fin de concession ;
- b. soit établie une simulation financière pour la Société d'économie mixte (SEM) tout entière afin de vérifier la faisabilité du projet dans le terme de la concession, dès lors que l'attribution de la concession à cette SEM est envisagée ;
- c. soit établi pour la puissance publique (Etat + collectivités territoriales indistinctement) un bilan financier comprenant les éventuelles dépenses d'investissement et d'entretien, actualisées jusqu'au terme de la concession et les recettes actualisées résultant des variations de TVA et TIPP et des impôts et dividendes payés par les concessionnaires ;
- d. les dépenses forfaitaires d'entretien adoptées pour les calculs soient fondées sur des données récentes et différenciées.

2.4. Le bilan socio-économique

Il est actuellement présenté sous la forme de deux critères : avantages pour les usagers (3), bilan coût-avantages monétarisables (10). De plus, seul le taux de rentabilité immédiate est calculé, le taux de rentabilité interne n'apparaît pas.

La méthode consiste à calculer le taux de rentabilité immédiate en rapportant au coût d'investissement augmenté des coûts actualisés du gros entretien, les avantages que procure le projet la première année suivant la mise en service à la fois à ses utilisateurs, ceux qui emprunteront la voirie nouvelle, et à ceux qui continueront d'utiliser la voirie préexistante et qui verront leurs conditions de circulation éventuellement améliorées, diminué des coûts d'entretien courant et d'exploitation.

Les avantages sont constitués des gains de confort valorisés pour les utilisateurs, des gains de temps valorisés pour les utilisateurs du projet et ceux de la voirie existante, des gains de sécurité valorisés, du différentiel des frais kilométriques pour les utilisateurs (en fait ce différentiel est négatif à de rares exceptions près, le surcroît de vitesse entraînant un surcroît de consommation de carburant), diminués du péage

lorsqu'il s'agit d'une autoroute concédée. Les gains de temps comptent habituellement pour 80 % environ de l'avantage total.

Cette première description appelle *deux observations* :

- a. Les coûts d'investissements et d'exploitation retenus sont des coûts *TVA comprise*, parce que ni la Direction des Routes ni les Sociétés d'autoroutes ne récupèrent la TVA. Pour la première, c'est la règle lorsqu'il n'y a pas de recette. Pour les Sociétés d'autoroutes, la loi qui a fixé cette disposition est plus complexe : il y a paiement de la TVA sur la fraction des péages excédant ce qui correspond à l'amortissement des investissements et aux grosses réparations : en pratique aujourd'hui, à la non déductibilité de la TVA sur les investissements et les grosses réparations correspond le non paiement de la TVA sur les péages.

Pour les besoins du calcul économique, la TVA correspondant à un simple transfert et non pas à un coût pour la collectivité, il convient de prendre en compte les dépenses et les recettes hors TVA. Le résultat n'est pas équivalent à la pratique actuelle car la TVA ne frappe que le coût d'investissement et, parmi les "avantages", le différentiel des frais kilométriques (et le péage, mais qui n'est lui aussi qu'un transfert dans ce calcul), mais pas la valeur du temps et celle du confort, ces deux paramètres n'étant pas des produits marchands. La TVA n'est donc pas homothétique dans les deux termes de la comparaison coût d'investissement-avantage. Les calculs devraient donc être faits hors TVA.

- b. Les gains de temps sont calculés par rapport à la situation supposée la plus probable l'année précédant la mise en service de l'ouvrage, aussi bien pour les utilisateurs du projet que pour ceux des autres voiries.

Cette situation de référence peut comporter, par rapport à la situation actuelle, des aménagements d'ampleur modérée. La SNCF utilise, elle, la méthode des investissements éludés ; considérant que la croissance du trafic même en l'absence du projet rendrait nécessaires certains investissements de capacité, ou que le maintien de la qualité de service exigerait des renouvellements importants de matériel roulant et de signalisation, elle déduit ces investissements du coût du projet pour le calcul de sa rentabilité.

La Direction des Routes déclare que si elle appliquait une telle méthode, elle obtiendrait des résultats non significatifs (rentabilités infinies), car les coûts des aménagements sur place sont équivalents à ceux de l'investissement neuf.

- c. Une partie importante des gains de temps mis en évidence par le logiciel ARIANE provient de l'amélioration des conditions de circulation sur le réseau existant du fait de la réalisation de l'autoroute. Or, les sorties du logiciel n'étant pas actuellement conçues pour fournir le détail des calculs effectués par le

programme, il n'est donc pas possible de connaître la provenance des gains de temps. Une amélioration du logiciel est donc souhaitable en première urgence pour y voir plus clair car la Direction de la Prévision considère pour sa part que les gains de temps résultant de la désaturation du réseau national doivent être mesurés soigneusement en raison du doute qu'elle a sur la capacité du logiciel ARIANE à déterminer avec fiabilité de très petits gains de temps, inférieurs à la minute, et pour pouvoir les distinguer des gains de temps résultant de l'utilisation de l'autoroute et s'assurer de leur vraisemblance.

A quoi la Direction des Routes répond que pour de courts trajets, de petits gains de temps sont quand même pris en compte par les usagers, et qu'en tout état de cause le positionnement d'une borne en dessous de laquelle on les négligerait ne pourrait être qu'arbitraire. De plus, un petit gain de temps résultant d'un aménagement donné peut s'ajouter à d'autres résultant d'autres aménagements intéressant une même relation, pour aboutir à un gain significatif. On peut noter enfin qu'à contrario de petites pertes de temps (arrêt à un feu rouge...) sont, elles, toujours ressenties.

Ce point devrait être étudié de près, en examinant si le calcul statistique ne pourrait pas résoudre cette indétermination par exemple en révélant une valeur du temps plus faible pour les trajets courts. On notera par ailleurs que ces petits gains de temps ont probablement un écart type relatif supérieur aux gains de temps plus importants, ce qui augmente l'incertitude des calculs qui les prennent en compte.

On notera également que la SNCF utilise une distribution des valeurs du temps.

Pour l'instant, nous recommandons de continuer à prendre en compte tous les gains de temps quelle que soit leur importance.

2.5. Génération et affectation des trafics calcul de l'avantage des usagers

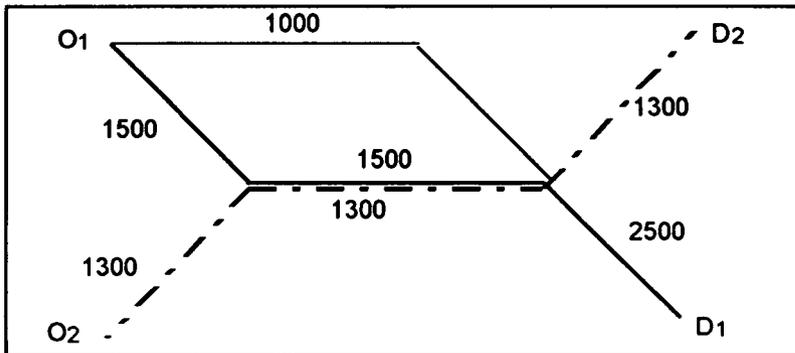
Le processus est le suivant :

- a. étude de la demande : des enquêtes origine-destination permettent d'identifier les relations intéressées par le projet, et des comptages mesurent les trafics par section ;
- b. description de l'offre actuelle : caractéristiques des voies, temps de parcours dans diverses conditions de trafic ;
- c. reconstitution de la situation actuelle : il s'agit de dresser une carte schématisant le réseau de voirie et indiquant les flux par origine-destination (OD). A chaque OD, le logiciel ARIANE permet d'affecter le trafic entre les différents itinéraires, en fonction du coût généralisé, à l'aide de la loi d'Abraham $t_1/t_2 = (C_2/C_1)^{10}$ quand deux itinéraires sont en concurrence, ou plus généralement $C_i^{10} \times t_i = \text{constante}$,

- L'évaluation des projets routiers -

avec $\sum ti = T$, T étant le trafic sur l'OD étudiée, ti le trafic sur l'itinéraire i, C étant le coût généralisé du déplacement (voir sa définition plus loin) ;

On aboutit à des graphes du type ci-après :



Les mesures se font en véhicules-jour 2 sens compris :

- d. projection de la demande avec aménagement de l'offre le plus probable à la date envisagée pour la mise en service de l'ouvrage : la circulaire des Routes fixe les taux de croissance à adopter jusqu'à l'horizon 2010 (modificatif de 1989) et les modalités de calcul du trafic induit ;
- e. évaluation des gains de temps et de sécurité du projet :
 - on définit tout d'abord la configuration du réseau dans l'environnement du projet la plus probable à la date envisagée de mise en service du projet. Cette configuration peut comporter des sections de voirie nouvelle voisines et éventuellement quelques aménagements sur la voirie actuelle ;
 - le logiciel ARIANE affecte alors les trafics prévus et les trafics induits pour chaque OD, selon un processus itératif, à l'aide de la loi d'Abraham et des courbes débit-vitesse. Il en résulte des trafics sur chaque arc du réseau. Le modèle calcule les avantages des usagers par rapport à la situation de référence pour les trafics résultant de la croissance naturelle, et pour les trafics induits, ces derniers avantages étant pris en compte pour la moitié de leur valeur ;
 - le résultat est sorti globalement, sans que l'on puisse distinguer les avantages des utilisateurs de la voirie nouvelle de ceux des "autres utilisateurs" résultant de l'éventuelle décongestion de la voirie actuelle ;

- l'affectation est faite avec la loi d'Abraham où le coût généralisé C est constitué de :

m, coût monétaire (carburant + entretien + péage éventuel)

+ ht, h étant la valeur *révélée* du temps (50 F par véhicule en valeur 1985), t le temps du trajet

+ il, i étant le malus d'inconfort par rapport aux conditions de circulation sur autoroute, l, la longueur du trajet ;

pour les poids lourds (PL), m est le coût monétaire fondé sur le coût kilométrique publié par la Direction des Transports Terrestres et l'amortissement du véhicule est inclus dans la valeur de h, alors que pour les véhicules légers (VL) aucun amortissement n'est pris en compte ;

- les gains de temps sont valorisés avec la valeur *tutélaire* du temps (76 F par véhicule en valeur 1985 pour les VL, 132 F pour les PL et cars) ;
- les gains de sécurité sont estimés sur la base des différences de taux d'accidents entre les autoroutes et les autres voies ;
- enfin, le trafic de l'autoroute ainsi calculé est majoré de l'induction calculée par le logiciel (en moyenne 15 %).

Observations

- a. La loi d'Abraham date de 1962 et il existe d'autres formes envisageables de relation entre le trafic et le coût généralisé. La SNCF utilise une autre loi (un modèle prix-temps créé en 1973 par Abraham et Blanchet et dont les paramètres sont constamment actualisés) pour l'affectation des trafics TGV 1^{re} classe - avion (cf. "Comparaison de deux modèles d'affectation de trafic sur itinéraires concurrents", Benoît Loutrel, juillet-septembre 1992, rapport de stage à la Direction de la Prévision).

Sous la réserve d'une analyse en cours, il semble cependant que les résultats soient convenables si l'on se réfère à une note de janvier 1993 de la Direction des Routes qui présente "les prévisions de trafics vingt ans après". Les écarts entre les prévisions de trafic et leurs réalisations en 1990 par section d'autoroute sont très variables avec des valeurs relatives parfois très importantes. Comme, en moyenne, sur les 19 sections étudiées l'écart relatif n'excède pas 10 %, la Direction des Routes en déduit que les résultats des modèles sont convenables. Il conviendrait cependant de s'assurer que d'autres types de modélisations ne réduiraient pas la variance de l'erreur de prédiction.

Par ailleurs, une étude de Morrelet datant de 1980 a montré que l'exposant à retenir lorsque deux itinéraires de même nature (RN) étaient en concurrence est 20, et 8 lorsque les itinéraires sont l'un une RN l'autre une autoroute. Avoir retenu un exposant unique de 10 pour les deux cas semble être une simplification pas forcément pertinente.

On notera également que h et i , qui sont liées, sont des valeurs moyennes, alors que la SNCF utilise pour h une distribution. Par ailleurs, leur importance relative doit être fondée sur des données récentes et robustes, car elle conditionne les parties d'aménagement à retenir.

Le temps est considéré comme homogène tout au long de l'année alors que l'on sait que les comportements des automobilistes pour les choix d'itinéraires varient avec les circonstances (notamment travail-loisir).

- b. Les courbes débit-vitesse sont fondées sur des mesures de trafic faites entre 1976 et 1978, c'est-à-dire il y a 15 ans, après l'introduction des limitations de vitesse (1973). Il est vraisemblable que le comportement des conducteurs a changé depuis cette époque, la conduite sur autoroute notamment s'est généralisée.

Le SETRA est en train de définir un programme d'étude sur ce sujet, qui commencera par une réflexion sur les types de période de trafic à prendre en compte (été, hiver, jour de semaine, week-end, etc.) et sera suivie de campagnes de recueil de données. Les premiers résultats sont attendus pour fin 1994.

Dans les analyses de congestion et la prise en compte du débit de saturation, les PL sont aujourd'hui comptés pour 2 VL. Il semble qu'en situation de congestion, ce multiplicateur soit faible. Ce point devra être éclairci car le trafic PL croît en général plus vite que le trafic VL. Par ailleurs, le modèle sous-estime l'affectation des PL sur autoroute.

- c. La valeur du temps utilisée est une valeur révélée pour l'affectation des trafics, une valeur tutélaire pour la valorisation. Il a été convenu au cours des premiers contacts entre la Direction de la Prévision et la Direction des Routes, au printemps 1992, que l'on utiliserait la valeur révélée du temps dans les deux cas. Il serait bon de faire de nouvelles observations afin d'actualiser la valeur aujourd'hui utilisée, qui remonte à 1985.

On objectera que pour ce qui est du prix de la vie humaine, on utilise une valeur calculée : on ne dispose pas aujourd'hui d'une valeur révélée (une recherche sur ce sujet est envisagée : voir rapport).

En fait la valeur du temps intervient dans deux phases distinctes : dans la phase d'affectation des trafics et, dans ce cas, pour que le calcul reflète au mieux les

comportements réels, il convient d'utiliser une valeur révélée ; dans le calcul de l'avantage pour la collectivité, il n'est plus aujourd'hui justifié d'utiliser une valeur tutélaire : c'est donc également la valeur révélée qu'il convient de prendre.

L'utilisation d'une valeur tutélaire pour le prix de la vie humaine dans les évaluations peut se justifier aujourd'hui par le fait qu'on ne dispose pas encore de valeurs révélées (des travaux sont en cours sur ce sujet). Mais elle peut également se justifier si la puissance publique estime que le comportement des automobilistes n'est pas en rapport avec les dommages que fait subir la mort d'un individu à la collectivité.

Quant à la non prise en compte d'un amortissement pour les VL dans le calcul du coût généralisé C servant à l'affectation des trafics, elle est justifiée parce qu'elle correspond effectivement au comportement des usagers.

- d. Le malus d'inconfort est aujourd'hui chiffré comme un résidu. Une réflexion doit être menée sur ce sujet. C'est ce qu'a prévu de faire le SETRA dans une prochaine étude. Il est possible que les valeurs à retenir varient avec la distance, avec le motif. Il est possible également que la notion de confort pour l'usager inclue l'acceptation d'un surcoût pour amélioration de la sécurité. Auquel cas, il y aurait recoupement partiel avec la valorisation des gains de sécurité. Le SETRA envisage de consacrer ses réflexions à la faisabilité d'une étude sur ce sujet, qui serait entreprise ensuite.
- e. Le logiciel ARIANE, qui a été conçu pour distinguer les avantages selon leur nature et selon les agents, ne permet pas de distinguer les avantages par relation, et donc les avantages des utilisateurs du projet et ceux des automobilistes continuant d'utiliser la voirie existante et dus à une éventuelle décongestion. Or une bonne partie des autoroutes restant à construire doublera des RN à faible trafic sur lesquelles l'effet de décongestion devrait être faible. Il serait donc intéressant que le logiciel permette de savoir d'où proviennent les avantages.

Recommandations

Le SETRA envisage d'améliorer la "convivialité" du logiciel ARIANE, permettant ainsi un dialogue avec la machine. Au-delà, le SETRA envisage de sortir les avantages par OD avec une ventilation par itinéraire utilisant l'autoroute et itinéraires ne l'utilisant pas. On ne peut que l'encourager dans cette voie. En effet la transparence des estimations de trafic est la condition nécessaire pour que cesse la situation actuelle d'opposition des deux administrations.

Toutefois il ne semble pas possible d'isoler sur un itinéraire les seuls gains de la section d'autoroute : en effet, l'effet de décongestion peut jouer sur les voiries donnant accès à l'autoroute, et ce que donne alors le logiciel, c'est le gain de

temps sur l'ensemble de la relation. Il faut tout faire en tout cas pour que le logiciel fournisse des informations plus détaillées.

En ce qui concerne les lois d'affectation de trafic, les développements des méthodes économétriques depuis vingt ans suggèrent de nouvelles modélisations (voir Deuxième partie du rapport, paragraphe 4) tels les modèles "prix-temps", les extensions des modèles qualitatifs, les modèles fondés sur les utilités individuelles qui permettent d'évaluer correctement les surplus des usagers, etc. Ces modélisations concurrentes à la "loi d'Abraham" peuvent être calées sur les données collectées par les CETE. Les outils statistiques de choix de modèles doivent être mobilisés à l'occasion de nouvelles recherches sur les modèles d'affectation de trafic. Par ailleurs des contacts et des échanges de technologie avec des organismes d'études et de recherches français et étrangers doivent aussi se mettre en place afin de maintenir une activité de suivi méthodologique durable.

Nous recommandons surtout que la Direction des Routes entreprenne des recherches sur les lois d'affectation de trafic utilisées dans d'autres modes de transport et dans d'autres pays.

- . Il conviendra d'adapter les paramètres de la loi d'affectation à la prise en compte de périodes de temps différentes correspondant à des différences caractérisées de comportement des automobilistes, comme les Allemands le font (semaine-week-end, été-hiver...). L'expérience de modulation des péages de l'autoroute A1 pourra être mise à profit.
- . L'équivalence VL-PL devra être précisée.
- . Il conviendra d'actualiser certains paramètres comme la valeur révélée du temps (ou plutôt sa courbe de distribution), la valeur du malus d'inconfort. Des données devront être recueillies pour ce faire. Le prix de la vie humaine pourra être réévalué, lui, à partir des résultats des études récentes (voir rapport).

Pour la Direction de la Prévision, il importe que l'évaluation de ces trois valeurs soit faite sans double compte (en particulier il faut veiller à ce que la notion de confort n'intègre pas des gains de sécurité) et dans des conditions qui garantissent la cohérence d'ensemble de la valorisation des effets non marchands.

Pour toutes ces études et recherches, dont le coût n'est certes pas négligeable, mais reste minime en regard des sommes en jeu (quelque 25 milliards de francs d'investissement par an), la Direction des Routes et le SETRA devraient bâtir très rapidement un programme d'étude global chiffré et assorti d'un calendrier. A première vue, deux ans est l'ordre de grandeur du délai nécessaire à l'obtention

de la majeure partie des résultats, et le coût peut atteindre la dizaine de millions de francs.

Le déroulement de ces études devra préserver le consensus entre les administrations concernées, selon des modalités à mettre au point en temps utile.

3. Conclusion

Il apparaît que la méthode et les outils de l'évaluation des projets d'autoroute ont été mis au point au plus tard vers la fin des années 1970, disons 1980 pour fixer un point de repère. Depuis cette date, presque rien n'a été fait pour actualiser les données de base et tenter de remédier aux imperfections des outils.

Il est donc urgent que la Direction des Routes entreprenne la modernisation rapide de son outil d'évaluation des projets, afin que sa qualité statistique et économétrique emporte l'adhésion de toutes les parties, ainsi que le recommande déjà le rapport de la Cour des comptes sur la politique routière et autoroutière de mai 1992 (page 66), et améliore la présentation des résultats sous la forme suggérée aux recommandations du paragraphe 2.1.

Cela ne supprimera pas pour autant les conflits, mais ils changeront de nature. Ils ne porteront pas sur les chiffres qui seront communs. Ils porteront sur l'appréciation que l'un et l'autre ministre pourront avoir de l'opportunité de réaliser un équipement dont l'intérêt est prouvé par le calcul économique au regard d'autres besoins à satisfaire, de l'endettement qui en résultera, et bien entendu d'autres facteurs politiques qu'il est du rôle d'un gouvernement de prendre en compte.

ANNEXE 2

LE MODELE DE PREVISION DE TRAFICS DE LA DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT ILE-DE-FRANCE (DREIF)

1. Motifs de l'investigation

Un modèle de prévision de trafics est développé à la diligence de la Direction régionale de l'Équipement Ile-de-France (DREIF)

Au cours du premier trimestre 1992, à la demande du préfet de région, la DREIF Ile-de-France a étudié le projet de schéma directeur des infrastructures de transport en Ile-de-France pour les 25 années à venir.

L'étude a révélé quelques résultats a priori surprenants :

- la rentabilité socio-économique des scénarios 2015 des réseaux de voies routières rapides projetées est de l'ordre de 30 % alors que celle des réseaux de transports collectifs est en comparaison décevante puisque de l'ordre de 10 % ;
- un abattement de 30 % du réseau de voies rapides projeté ne provoque pas dans la simulation de transfert significatif de trafic de la voiture particulière vers le réseau de transports en commun ;
- le taux différentiel de rentabilité d'un scénario vers l'autre s'accroît à mesure que les scénarios s'enrichissent en infrastructures routières, ce qui est paradoxal et laisse penser que les investissements les plus intéressants ne sont pas prioritaires ;
- de plus, les estimations de trafic sur les nouvelles liaisons en transport collectif (TC), principalement les rocades, sont en retrait par rapport à celles présentées par les opérateurs de réseaux (SNCF et RATP).

Ces résultats ont fait naître quelques inquiétudes sur l'outil d'évaluation utilisé par la DREIF, qui pourrait être à l'origine de certaines anomalies.

Par ailleurs, les enjeux financiers sont considérables puisque les infrastructures nouvelles de voirie rapide et de transports collectifs au titre du schéma directeur d'aménagement de l'Ile-de-France (SDRIF) sont estimées à quelque 6 à 8 milliards de francs par an pour le futur, c'est-à-dire un volume d'investissement juste inférieur à celui des autoroutes et voies rapides interurbaines (10 milliards de francs) et du réseau des TGV de la SNCF (8 à 10 milliards de francs).

Pour ces raisons, il n'était pas possible que le groupe d'évaluation des projets d'infrastructures présidé par Marcel Boiteux ignorât cet important travail, même si l'étude d'ensemble du SDRIF est en cours de remaniement. Une première présentation a été faite au groupe par M. Koënik de la DREIF le 8 avril 1993. Une investigation en formation restreinte auprès de la DREIF a eu lieu les 18 et 23 juin 1993.

2. Le modèle de prévision de trafic

2.1. Le modèle employé actuellement est un outil sophistiqué et puissant qui a été conçu il y a une vingtaine d'années et constamment perfectionné depuis. Ces améliorations ont eu pour contrepartie une complexité accrue qui rend sa mise en œuvre très délicate. Le modèle teste des configurations de réseaux de transport englobant tous les modes de déplacements motorisés individuels et collectifs à l'horizon 2015 en Ile-de-France. Il permet des comparaisons de variantes multimodales de réseau étendu sur le long terme ; il peut servir également à tester un projet lourd de niveau régional.

2.2. Il s'agit d'un modèle agrégé classique de prévision de trafic.

Il est calé principalement sur les migrations alternantes et utilise pour donnée :

- l'enquête globale de transport 1983 ¹ pour les évaluations du SDRIF. Elle privilégie les déplacements domicile-travail car ce sont les mieux connus et les plus stables mais ils ne représentent plus que le quart des déplacements journaliers, ce qui rend incertaines les extrapolations qui sont faites aux autres types de déplacements ;

(1) Enquête globale transport ou EGT sur les déplacements faite par l'INSEE sur un échantillon étendu de ménages ; l'avant-dernière enquête de 1983 porte sur 13 000 ménages, les résultats de la dernière effectuée en 1991-1992 commencent à être connus ; il s'agit grosso modo d'un échantillon au 1/300^e de la population de l'Ile-de-France.

- les recensements de population (1990, 1982...) et les fichiers INSEE en résultant (fichier des actifs et des emplois par zone) ;
- les prévisions de population, d'emplois et d'urbanisation élaborées par les divers organismes dans le cadre des travaux du schéma directeur aux horizons 2003 et 2015, lesquels ne posent pas problème au moins du point de vue méthodologique.

- 2.3.** La modélisation ne porte que sur l'heure de pointe (matin pour les TC et soir pour les VP). Or, on constate depuis déjà de nombreuses années un changement de répartition des déplacements au cours de la journée, avec un étalement de la période de pointe. Il serait souhaitable de chercher à établir, au moins pour les grands axes, une "courbe de charge", dont le traitement se prête plus volontiers à une approche de type "coût généralisé". Actuellement, on calcule "empiriquement" la part du trafic particulier affecté aux heures de pointe, puis les flux de pointe sur chaque tronçon, ce qui détermine le nombre des kilomètres parcourus. Cette valeur est à nouveau multipliée par un facteur global pour retrouver le trafic quotidien utilisé pour les calculs socio-économiques. La cohérence du traitement n'est pas forcément garantie.
- 2.4.** Le réseau de bus modélisé date de 1976 et ne tient pas compte des restructurations intervenues depuis, si ce n'est en supposant des rabattements fictifs des lignes passant à proximité des nouvelles stations.
- 2.5.** La région (plus le secteur de Creil et Senlis nettement orienté vers l'Ile-de-France) est découpée en 380 zones, dont l'étendue augmente au fur et à mesure qu'on s'éloigne du centre ; des découpages plus fins sont réalisés (1192 zones) pour calculer la répartition entre les modes et les matrices finales de déplacements, avant passage à 582 zones pour les études routières, les lignes de transport collectif étant traitées dans un découpage plus fin (discrimination des gares).
- 2.6.** Les matrices zone à zone sont établies à partir du fichier INSEE ; la population est segmentée en cinq catégories socio-professionnelles (CSP) avant l'élimination logique des "actifs résidents" pour le calcul des domicile-travail extra-secteur. Il est tenu compte en outre de la possession ou non d'une voiture individuelle (il convient de remarquer à ce propos que la possession ne signifie pas forcément la disposition, ce qui peut introduire un biais). Au total, la DREIF utilise une batterie de 100 courbes paramétrées différentes, établies empiriquement, donnant le pourcentage d'actifs cumulé en fonction du nombre d'emplois rencontrés en s'éloignant de la zone de résidence. Le modèle dit "d'opportunité" ainsi utilisé risque d'être moins cohérent que les modèles gravitaires habituellement utilisés. En effet, ces derniers prennent implicitement en compte un arbitrage des opportunités (l'emploi par exemple) par rapport au coût du transport, tandis que le modèle d'opportunité se contente du "rang" des

localités voisines, sans prendre en compte le fait que la "énième" soit située à 5 minutes ou 30 kilomètres, ce qui peut avoir un effet de distorsion dans la mesure où la région recouvre des "zones émettrices" dont les environnements sont très différents. Un modèle gravitaire permettrait de mieux asseoir la justification théorique et de retirer un équivalent monétaire des différentes opportunités traitées.

Les prévisionnistes de la DREIF estiment, pour leur part, que "le *modèle d'opportunité* n'est pas plus empirique que le modèle gravitaire et que sa *moindre cohérence* n'est relative qu'avec la théorie de l'accessibilité". Il n'est pas du tout évident, ni prouvé dans le cas général, que se fonder sur la distance ou le temps apporte moins de distorsion par rapport aux phénomènes réels que se fonder sur le rang. Une comparaison entre les trois modèles de distribution les plus courants a été entreprise (voir paragraphe 4.2.).

- 2.7. Les courbes de choix modal, au nombre de 200, sont établies selon les CSP, la motorisation des ménages et la localisation dans sept couronnes concentriques correspondant aux zones de Carte Orange.
- 2.8. Les déplacements "mixtes" (VP-TC) ne sont pas traités dans leur globalité, ce qui a pour effet de minimiser les rabattements de longue distance. Pour les infrastructures existantes, ces déplacements sont implicitement pris en compte par le calage. Pour les projets TC (ORBITALE et tangentielles SNCF notamment), cet effet ne joue pas et la prévision de trafic est, de ce fait, minimisée. La prise en compte ferait certainement augmenter les transferts modaux.

Les déplacements tous motifs sont déduits des déplacements domicile-travail par une batterie de 400 coefficients, calés sur l'EGT 1983. Les lois spécifiques régissant les déplacements "autres motifs" sont incertaines et n'ont pu être établies jusqu'à présent.

- 2.9. Le modèle ne comporte pas de contrainte de capacité, ce qui a pour effet de ne pas retraiter les arcs dont le trafic excède la capacité ; l'ajustement peut seulement être fait à la main, ce qui permet, selon la DREIF, de mieux analyser les phénomènes mais risque selon nous d'introduire une certaine part d'arbitraire.

L'écart entre la matrice observée et la matrice du modèle est évalué en valeur relative pour sa partie négative et en valeur absolue pour sa partie positive, ce qui paraît a priori peu orthodoxe, mais évite d'aboutir à une éventuelle incohérence.

- 2.10.** L'introduction éventuelle de péages se traite par une réduction de la vitesse des déplacements avec discrimination pour l'utilisateur selon la valeur du temps ; cela paraît assez éloigné de la réalité des choses. Le coût tarifaire des TC n'est pas pris en compte.

De même, l'affectation par tout ou rien de la totalité du flux sur l'itinéraire le plus rapide semble abrupte et ne paraît pas refléter fidèlement la réalité des comportements. L'adoption comme paramètre du concept éprouvé de coût généralisé semble pouvoir venir à bout de ces difficultés.

3. Le bilan socio-économique

La DREIF présente un bilan socio-économique de l'ensemble du réseau à l'horizon 2015 en fournissant le taux de rentabilité immédiat ¹ pour plusieurs variantes, plus ou moins riches en investissements de voies rapides et de transports collectifs, par référence à un réseau de base bâti autour d'un scénario moyen, dont on calcule aussi le taux de rentabilité. Toutes les valeurs mentionnées dans ce chapitre font l'objet d'actualisation en fonction de la disponibilité des données (annuelles en général).

3.1. Avantages liés au temps

Une valeur révélée du temps de déplacement de 55 F l'heure (valeur 1989) est utilisée. Elle provient du compte régional transport de voyageurs en Ile-de-France et correspond au salaire horaire net moyen ; elle est actualisée à l'horizon 2015 en fonction d'une prévision d'évolution de la valeur du PIB.

Il y a lieu de noter que ce sont les gains (ou pertes) de temps qui constituent la partie prédominante des avantages calculés de la variante. Par exemple, comparée à une variante moins riche en investissements routiers, la variante de base présente 8 milliards de francs d'avantages de gains de temps, 0,9 milliard de francs d'externalités négatives et 1,3 milliard de francs de coûts de fonctionnement VP supplémentaires. De même, une variante plus riche en liaisons TC que le scénario de référence ne présente pour 2,9 milliards de francs de gains de temps, que 0,3 milliard de francs d'externalités positives et 0,55 milliard de F de coûts supplémentaires d'exploitation pour les TC.

A signaler que les temps de déplacements sont purs : il n'y a pas de coefficients de pénibilité attachés aux correspondances et attentes (TC) ou à la recherche d'une place de stationnement (VP), ce qui est pourtant communément pris en compte dans les études transports car révélé par le comportement des voyageurs.

(1) Rapport [(avantages-coûts)/investissement] pour l'année 2015.

Le passage de l'heure de pointe aux valeurs journalière (10 % pour les VP et 15 % pour les TC) et annuelle (x300) sont des coefficients faisant l'objet d'un consensus mais sans vérification de cohérence avec la modélisation.

3.2. Les coûts de congestion

Les gains de décongestion ¹ sont très importants et valorisés par le temps gagné par l'ensemble des usagers rapporté au véhicule x kilomètre retiré d'un itinéraire encombré. Une valeur ² de 0,065 heure par véhicule x km est appliquée pendant la totalité de la durée journalière avec des coefficients d'atténuation géographique. Cette méthode est intéressante dans son principe mais pose problème quant à la valorisation qui en est faite.

La valeur appliquée est tirée d'une étude déjà ancienne (rapport Hautreux) qui propose d'associer à un taux de saturation de la voirie ³, la vitesse moyenne des véhicules et le coût marginal social de congestion exprimé en heure par véhicule x kilomètre.

Taux de saturation de la voirie	vitesse moyenne en km x heure	coût marginal social heure par véh. x km
0 à 0,4	30 à 50	0
0,6	30	0,019
0,8	20	0,061
1	15	0,125

Cependant, l'application de cette méthode fait naître quelques interrogations. Les valeurs utilisées sont-elles toujours d'actualité ? Peuvent-elles être vérifiées ? Sont-elles applicables de façon extensive dans le temps et au niveau d'une région ou ne concernent-elles pas un axe à un moment donné ? Est-on en mesure d'établir les données nécessaires (vitesse, saturation) à une évaluation correcte ? Quelle pertinence à l'horizon 2015 ?

-
- (1) Par exemple en faveur des usagers de la VP lorsqu'il y a amélioration du réseau des TC.
(2) Valeur prise arbitrairement égale à la moitié de celle correspondant au taux maximum de saturation de la voirie, pour tenir compte de l'extrême volatilité des conditions de circulation, mais cohérente avec la valeur utilisée dans les schémas de principe des projets de transport collectif.
(3) Rapport du débit observé au débit correspondant à la capacité théorique maximum.

Il serait souhaitable de vérifier la validité de cette loi par une campagne de mesures sur quelques itinéraires et de pouvoir établir une carte représentative des vitesses actuelles sur les principaux axes aux différentes périodes de la journée et des projections à l'horizon des études à l'aide des prévisions de trafic.

La détermination de valeurs reflétant au mieux la réalité est très importante pour les comparaisons intermodales car, en raison de la faiblesse des transferts entre modes, les avantages provenant de la décongestion sont nettement plus élevés pour les déplacements VP que TC.

3.3. Les autres coûts externes

Les externalités sont rapportées au voyage-kilomètre et calculées, selon la DREIF, à partir du compte régional transport établi par le Syndicat des transports parisiens (STP). Elles ne concernent que le bruit, la pollution (hors effet de serre) et la sécurité. On peut noter que, globalement, elles sont relativement faibles et n'ont que peu d'incidence sur le bilan socio-économique. Pour le bruit et la pollution, elles correspondent à des coûts d'évitement qui se fondent sur les dépenses à engager pour supprimer ou réduire les nuisances. Elles constituent de ce fait une approximation par défaut du coût d'internalisation ¹. En outre, depuis cette année, la valeur de la sécurité (0,10 F au km) prend en compte les nouvelles évaluations du tué et du blessé préconisées par le Commissariat général du Plan.

En revanche, le compte régional transport propose une évaluation d'un coût de la consommation d'espace considéré comme un phénomène dominant pour les transports en milieu urbain. L'espace viaire est un capital public qu'il convient d'appréhender comme un stock qui intègre les coûts fonciers et l'ensemble des dépenses réalisées dans le passé ². Pour un déplacement, cette consommation se compose de l'espace utilisé par les véhicules en circulation et de l'espace consacré au stationnement. Il est calculé à partir des coûts fonciers et d'investissement réalisés et des coûts de fonctionnement associés rapportés au trafic de chacun des modes. On détermine ainsi un coût économique de la consommation d'espace qui est actuellement non tarifé (ou partiellement pour le stationnement) et qui est nettement plus élevé pour l'automobiliste que pour l'utilisateur d'un mode collectif. L'estimation, qui ne constitue à l'heure actuelle qu'une ébauche de proposition, s'élève à 3,80 F par véhicule x kilomètre à Paris et 2 F à 2,50 F en banlieue.

Il est certain que la prise en compte de cette notion, qui est loin de faire l'objet d'un consensus sur son utilisation ³, modifierait largement les résultats du calcul socio-

(1) L'évaluation du coût des dommages soulève des difficultés considérables d'utilisation (incidence du bruit et de la pollution sur les dépenses de santé ?).

(2) Coût des déplacements pour la collectivité en Ile-de-France, RATP, mars 1993.

(3) Les discordances portent sur les risques de double compte et la façon de valoriser les investissements passés.

économique, -au moins pour les déplacements liés à la VP. On ressent intuitivement la nécessité de prendre en compte dans le domaine du transport une valorisation d'un espace rare en milieu urbain mais celle-ci n'est pas évidente à mesurer ni à monétariser.

3.4. Les coûts de fonctionnement

Ils sont estimés, pour la VP, à 1,27 F par voyageur x kilomètre soit 1,59 F par véhicule x kilomètre, avec un taux d'occupation de 1,25, ce qui paraît a priori plutôt faible mais est cohérent avec le compte régional transport dont la valeur 1990 est de 1,56 F. La fiscalité (0,68 F) n'est pas prise en compte, ce qui est conforme aux pratiques actuelles. Ces valeurs sont réévaluées tous les ans.

Dans ce coût, la prise en compte du matériel roulant apparaît différente pour le transport collectif et la voiture particulière. Pour cette dernière, il n'y a pas prise en compte du coût d'immobilisation (amortissement financier). Ce coût est, dans le modèle DREIF, calculé comme le ratio des achats annuels d'automobiles par le nombre de kilomètres parcourus ce qui présente diverses difficultés :

- il y a distorsion si le nombre des achats VP ou/et si le nombre de kilomètres parcourus évoluent dans le temps ;
- on oublie les intérêts à la charge de l'acheteur, ce qui minore indûment le coût d'achat.

Le coût du stationnement ¹ est représenté par une valeur forfaitaire moyenne paraissant plutôt réduite ² (2 860 F par voyageur) et appliqué quel que soit le type de déplacement. Il est identique place de l'Opéra et en Seine-et-Marne. Une modulation s'impose.

Le trafic des PL est forfaitairement évalué à 10 % du trafic, avec en fonctionnement 1 PL = 2 VP sans modulation spatiale, ni prise en compte économique spécifique. Dans les calculs ne concernant que le trafic de voyageurs, les investissements routiers sont de ce fait réduits de 20 %. L'influence du trafic marchandises paraît sous-estimée ; aussi une enquête spécifique en Ile-de-France devrait être faite pour déterminer leur part dans les trafics routiers.

Les frais de fonctionnement des TC correspondent aux charges variables fournies par les entreprises et sont à coup sûr minimisés (aucune charge de structure). Pour des

(1) Il y a lieu d'éviter le double compte si un coût de consommation d'espace est pris en compte par ailleurs.

(2) Le compte régional transport donne une valeur de 6 720 F en 1990.

projets d'ensemble à l'horizon 2015, les charges de structure correspondantes devraient être réintégrées.

Les calculs après retraitement sont faits hors taxe ce qui rend les comparaisons intermodales plus cohérentes et adaptées au bilan pour la collectivité.

Le résultat affiché est le taux de rentabilité immédiate en 2015, ce qui est pertinent en regard de la prévision escomptée mais peut-être insuffisant, même si le SDRIF n'est pas un document de programmation (on néglige ainsi la perspective d'évolution). Il conviendra de se rapprocher le moment venu des autres opérateurs.

4. Conclusion et recommandations

4.1. Au total, les anomalies apparentes peuvent trouver une explication permettant d'apaiser quelque peu les inquiétudes initiales :

1. A l'horizon 2015, les trafics supplémentaires sont localisés essentiellement en grande couronne, où l'usage de la VP est prépondérant. De ce fait, les fortes augmentations de trafic se rapportent aux infrastructures routières et justifient les forts taux de rentabilité trouvés ;
2. Parallèlement, les investissements TC sont principalement situés dans la partie centrale dense de l'agglomération ; ils sont, par unité de longueur, beaucoup plus onéreux à réaliser et, rapportés à un trafic supplémentaire moindre, conduisent nécessairement à un taux de rentabilité inférieur ;
3. La faiblesse des transferts entre modes lorsqu'on passe d'un scénario à l'autre s'explique par le fait que les infrastructures projetées ne sont pas la plupart du temps substituables les unes aux autres ;
4. L'écart constaté par rapport aux prévisions présentées par ailleurs pour les liaisons de rocade (ORBITALE par exemple) provient au moins partiellement d'une prise en compte déficiente des rabattements ("déplacements mixtes") sur les gares ; un travail est actuellement entrepris pour améliorer la représentation des rabattements, notamment en complétant la transcription dans le modèle du réseau d'autobus.

Le modèle utilisé par la DREIF est un outil extrêmement puissant et complexe. Sa mise en œuvre requiert des études auxiliaires nombreuses et des mises à jour délicates. Les observations formulées ci-avant sont souvent critiques et parfois sévères, mais si on peut mettre aisément le doigt sur des défauts apparents ou des risques de distorsion, il n'y a pas toujours d'alternative évidente même si plusieurs propositions ont pu être suggérées. La modélisation a pour objet de représenter la

réalité avec des hypothèses forcément simplificatrices pour être utilisables ("ce qui est simple est faux, ce qui ne l'est pas est inutilisable").

La DREIF est consciente de certaines faiblesses et des limites de son outil de modélisation. Conçu il y a 20 ans, il nécessite une masse considérable de données auxiliaires (plusieurs centaines de courbes de choix modal, de courbes d'opportunité actifs-emplois, de coefficients de passage aux déplacements tous motifs, etc.). Il s'agit donc d'un outil très lourd à mettre en œuvre et à gérer (problème de rafraîchissement des données) et qui ne peut plus subir, sans risque de remise en cause, de retouches importantes.

De ce fait, la DREIF envisage de faire table rase et de bâtir, à échéance de fin 1994, la première version d'un nouveau modèle, dont les deux principales qualités seraient la transparence et la capacité d'évolution, s'appuyant sur le calcul des temps généralisés, dont la dualité "coût-temps" paraît a priori plus attrayante pour traiter correctement les choix modaux, les comparaisons de variantes, les impacts de tarification, de péage, de stationnement et de subvention pour les TC, etc.

4.2. Caractéristiques du modèle à étapes envisagé par la DREIF

- . Génération des déplacements en fonction de l'occupation du sol avec pour paramètres principaux : population active, population inactive, les emplois par types d'activités ; croisement avec les motifs de déplacement pour générer le trafic journalier.
- . Etape intermédiaire spécifique de répartition horaire des déplacements.
- . Distribution : les tests entrepris en 1994 sur différentes méthodes ont montré que le modèle gravitaire exponentiel restitue le mieux les observations du réel ; il a donc été retenu par la DREIF.
- . Choix modal tenant compte à terme des combinaisons de modes.
- . Affectation prenant en compte les contraintes de capacité et pour les TC la concurrence entre les diverses missions possibles.
- . Module d'itération automatique aux différentes phases de processus (retour en arrière).
- . Module d'analyse socio-économique en aval.

Ce programme prévoit une première version opérationnelle fin 1994, qui sera développée dès l'année 1995. Il ne peut que recueillir l'assentiment du groupe d'évaluation des infrastructures.

4.3. Les recommandations, dont certaines sont déjà prises en compte dans la conception du nouveau modèle, pourraient être, *outre les remarques et interrogations formulées dans le corps du texte* :

1. D'engager une réflexion de fond, en liaison avec d'autres organismes de recherche, sur la prise en compte de la congestion et/ou la consommation d'espace ;
2. De ne pas exclure a priori l'utilisation de sous-modèles désagrégés, sans doute plus délicats à mettre en œuvre, mais semblant mieux refléter les comportements réels, en particulier pour traiter préférentiellement l'étape de choix modal et éventuellement les étapes de génération et de distribution ;
3. A défaut, d'utiliser le modèle gravitaire de distribution, qui paraît d'une cohérence plus grande que le modèle d'opportunité (sauf démonstration inverse) ¹ ;
4. d'adopter la méthode des coûts généralisés mieux adaptée pour traiter la répartition modale et l'affectation des flux de trafic ¹ ;
5. D'une façon plus générale, prospecter ce qui se fait ailleurs en France et à l'étranger (la DREIF est plus un utilisateur qu'un concepteur de modèle) ;
6. Se coordonner sur certains travaux et recherches entrepris concernant les externalités (étude du compte transport de voyageurs) et leur valorisation ;
7. Essayer de mettre les compétences en commun pour l'établissement d'une méthodologie concernant les différentes étapes avec les autres gestionnaires de modèle de la Région parisienne (IAURIF, STP, SNCF, RATP, INRETS...) ².

(1) Recommandation suivie à l'occasion de la conception du nouveau modèle.

(2) Les modèles ne sauraient être identiques car ils correspondent à des problèmes d'ampleur et de nature différentes à traiter.

MODELES TRADITIONNELS ET DESAGREGES

En matière de transport urbain de voyageurs, les prévisions de trafic à moyen et long terme sont établies à l'aide d'un outil plus ou moins sophistiqué et puissant appelé **modèle de prévision de trafic** visant à déterminer les flux de voyageurs répartis selon les modes, les différents itinéraires et les périodes de la journée.

Généralement, on utilise un modèle dit **séquentiel**, c'est-à-dire qu'après avoir découpé le secteur d'études en autant de zones qu'on estime nécessaire, la détermination des différents flux entre chaque zone se fait en plusieurs étapes successives :

- **la génération** correspond au calcul du trafic global émis ou reçu par chaque zone en fonction de divers paramètres comme la population, les emplois, etc. ;
- **la distribution** consiste à répartir le trafic issu de chaque zone entre ses différentes destinations, en utilisant, par exemple, un sous-modèle de type gravitaire, c'est-à-dire une loi de répartition en fonction des caractéristiques urbaines et des interdistances de chaque couple origine-destination ;
- **la répartition modale** explicite le choix entre les différents modes de transport à l'aide d'autres sous-programmes comme des modèles prix-temps ou zonaux basés sur des analyses comparatives de coûts généralisés ;
- **l'affectation** correspond à la détermination de l'itinéraire ou de la ligne lorsqu'il y a plusieurs possibilités pour un même mode et à la consolidation du trafic global sur chaque tronçon.

Lorsqu'à chaque étape les flux zone à zone sont traités dans leur globalité, on a affaire à un modèle **traditionnel** parfois appelé global. Mais, on utilise aussi pour une ou plusieurs étapes des sous-modèles dit **désagrégés**, fondés sur une théorie de comportement des voyageurs. Ils résultent d'enquêtes spécifiques auprès des ménages et leur mise en œuvre est très différente :

- l'unité d'observation statistique est le voyageur individuel et son choix de déplacement, alors que le modèle traditionnel est estimé à partir de données zonales agrégées ;
- les paramètres de choix peuvent recouvrir des expressions très diverses et différentes du coût généralisé ; ce sont des modèles probabilistes car, le comportement de l'individu ne pouvant être expliqué parfaitement, on a recours à des méthodes statistiques avec traitement d'une composante aléatoire ;
- dans son utilisation pour la prévision, le modèle traditionnel fournit directement la répartition sur une liaison donnée ; le modèle désagrégé est appliqué, dans chaque zone d'étude, à un échantillon représentatif de la population, avec ses caractéristiques de comportements liés aux déplacements, par exemple pour le choix modal ou la distribution ; on pondère enfin par l'effectif de l'échantillon dans la population totale.

Les modèles désagrégés sont particulièrement aptes à traduire le choix modal. Mais on les utilise aussi pour les phases de distribution et de génération.

ANNEXE 3

PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS L'EVALUATION DES PROJETS

1. Le bruit

Les comparaisons les plus fructueuses concernant les différentes méthodes d'évaluation du bruit sont celles qui en rapportent le coût pour l'ensemble d'un pays au produit national brut (PNB) de ce pays.

Le tableau suivant fait apparaître les résultats disponibles récents (après 1985), classés selon les procédures d'obtention.

L'ensemble de ces résultats est assez dispersé, ce qui ne doit pas étonner pour de multiples raisons :

- il existe de grandes différences entre les situations objectives des différents pays ;
- il n'y a pas encore de "protocole" internationalement reconnu pour l'élaboration des mesures ;
- la méthode consistant à recenser les pertes de valeurs immobilières laisse de côté les dommages hors de la maison ;
- l'estimation des dépenses de protection jugées souhaitables repose sur un arbitraire, celui du niveau de bruit maximum admissible, qui n'est pas partout régi par une réglementation, et sur une incertitude, celle des moyens optimaux pour atteindre ce niveau.

Sous ces réserves, on peut, à partir des chiffres présentés, fixer une évaluation raisonnable ; on retiendra dans cette optique la valeur de 0,3 % du PNB.

Comment, à partir de ce chiffre, élaborer une procédure pour évaluer le coût du bruit lié à un projet d'infrastructure ?

Tableau 1 : Evaluation du bruit des transports ¹

Pays	Source	Année d'estimation	Résultat en % PNB	Méthode utilisée
1. Consentement à payer				
France	Lambert	1986	0,08 %	Pertes de valeurs immobilières
Pays-Bas	Opschoor	1986	0,02 %	" "
ex-RFA	Wicke	1987	2 %	" "
Norvège	Nielsen	1987	0,3 %	" "
Suède	Haussan et Marckham	1992	0,4 %	" "
Allemagne	Weinberger	1992	1,4 %	Disposition à payer issue d'enquêtes de préférences déclarées
Suisse	Jeanrenaud	1992	0,3 %	Pertes de valeurs immobilières
2. Dépenses d'évitement				
France	P. Merlin	1989	1,5 %	Dépenses de protection jugées souhaitables par l'auteur
Finlande	Himanen	1989	0,3 %	Dépenses de protection
Finlande	Ministère des Transports	1992	0,42 %	" "
Etats-Unis	The Going Rats	1992	0,2 %	" "
Allemagne	Dickman	1990	0,2 %	" "
	Planco	1990	0,15 %	Coût de protection à 55 dBA
			0,9%	Coût de protection à 45 dBA
Australie	NRTC	1992	0,15 %	Coût de protection
Suisse	Jeanrenaud	1993	0,3 %	" "
France	CETUR-SOFRETU-SYSTRAS 1994	1990	0,36 %	Coût de protection à 65 dBA

(1) Ce tableau, comme les suivants, est principalement tiré de QUINET : *The Social Cost of Transport*, rapport OCDE, 1993.

Il existe une échelle, assez bien définie et admise au plan international, qui définit pour chaque niveau de bruit, exprimé en Leq dBA ¹, le pourcentage de personnes qui se déclarent gênées à ce niveau de bruit :

Leq dBA	< 55	55 - 60	61 - 65	66 - 70	> 70
Indice suédois	0	0,05	0,20	0,50	1,00
Indice finlandais	0,33			0,50	1,00

Sources : Lamure (RTS, décembre 1991), Hansson et Markham (UIC, 1992)

On peut donc, en connaissant le nombre P_L d'individus que le projet envisagé soumet à chacun des différents niveaux de bruit L, en déduire un indice représentatif de la gêne acoustique créée par le projet :

$$G = \sum_L P_L f(L)$$

expression qui représente le nombre de personnes subissant une gêne acoustique du fait du projet, et dans laquelle :

G : est l'indice de gêne associé au projet ;

f(L) : est l'indice de gêne correspondant au niveau de bruit L tiré du tableau précédent ;

P_L : est le nombre de personnes soumises au bruit d'intensité L en raison du projet.

G représente en somme le nombre total de personnes gênées par le projet.

On passe ensuite au coût monétaire M correspondant en multipliant G par un coefficient constant K, qui est le coût de la gêne unitaire (coût ressenti par une personne gênée durant une année) :

$$M = KG$$

(1) DB = décibel : unité de mesure de la pression acoustique. L'échelle des dB est logarithmique ; dB(A) ou dBA = unité de mesure du bruit faisant ressortir les fréquences moyennes et aiguës auxquelles l'oreille humaine est la plus sensible ; Leq = niveau de bruit continu équivalent : niveau d'un bruit constant en dBA qui correspondrait à la même énergie acoustique, sur une période donnée, que celle du bruit fluctuant mesuré.

- Prise en compte de l'environnement dans l'évaluation des projets -

K sera déterminé de la façon suivante : on connaît, pour la France, la répartition en millions d'habitants selon le niveau de bruit auquel ils sont exposés, pour 1985 :

Niveau de bruit en Leq dBA	< 55	55 - 60	61 - 65	66 - 70	> 70
Population soumise	2,6	21,3	16,5	11,1	5,5

On en déduit que le niveau de gêne lié au transport pour l'ensemble du pays est :

$$G_N = \sum_L P_L f(L)$$

On trouve G_N = $14,5 \times 10^6$ avec les coefficients suédois,
= $16,7 \times 10^6$ avec les coefficients finlandais.

On prendra G_N = 15×10^6 , pour 1985.

Le coût du bruit routier sur l'ensemble du pays est égal :

- d'une part à : $K \times G_N = 15 \times 10^6 K$

- d'autre part à 0,3 % du PNB,

soit, pour 1985 :

$$0,3 \times 10^{-2} \times 3905 \times 10^9 = 1170 \times 10^7 \text{ F/an.}$$

On en déduit :

$$K = \frac{1170 \times 10^7}{15 \times 10^6} = 780 \text{ F en 1985.}$$

Pour 1992, on prendra la valeur :

$$K = 900 \text{ F.}$$

Cette valeur se compare par exemple au coût d'isolation acoustique des logements : un double vitrage coûte de 5 000 F à 10 000 F, ce qui correspond à une dépense

annuelle de l'ordre de 500 F à 1 000 F, et l'on peut considérer qu'un logement moyen comporte à peu près une fenêtre à isoler par habitant.

2. La pollution de l'air

La pollution de l'air - hors effet de serre - provient de différentes émissions dont les rayons d'action sont divers :

1. Une pollution qu'on appellera régionale, due aux oxydes d'azote et de soufre qui, même lorsqu'ils sont émis par un trafic interurbain, finissent par toucher les zones habitées, et par occasionner des dommages aux constructions et aux personnes.
2. Une pollution locale : les hydrocarbures, l'oxyde de carbone, les particules ont une action très locale ; leur nocivité est réduite en rase campagne, et n'apparaît vraiment qu'en milieu urbain.

2.1. Part de la pollution régionale dans la pollution totale

Quelle est la part des dommages de pollutions due au NO_x et au SO_2 ? Pour répondre à cette question, on dispose de trois clés de pondération de la toxicité :

- les études suédoises ayant conduit aux taxes adoptées dans ce pays ;
- des recommandations de l'UIC ;
- des études de l'Institut Prognos.

En pondérant les émissions des différents types de polluants en provenance des sources mobiles par les clés correspondantes, on peut établir la part de responsabilité de l'ensemble des émissions de SO_2 et NO_x dans la toxicité totale.

Part des émissions de SO₂ et NO_x dans la toxicité totale

	CO	NO _x	COV ¹	SO ₂	TOTAL
Clés de toxicité :					
UIC (1987)	1	125	100	100	
Prognos	1	200	500		
Taxes suédoises		40	20	15	
Emissions (en milliers de tonnes)					
Europe (pays de l'OCDE)	32 000	7 373	5 230	588	
France	6 400	1 088	1 196	152	
Toxicité-Europe pondérée selon la clé					
UIC	32 000	921 625	523 000	58 800	1 535 425
Prognos	32 000	1 474 600	2 615 000		4 121 600
Taxes suédoises		294 920	104 600	8 820	408 340
Toxicité-France pondérée selon la clé					
UIC	6 400	136 000	119 600	15 200	277 200
Prognos	6 400	217 600	598 000		822 000
Taxes suédoises		43 520	23 920	2 280	69 720

(1) COV : composés organiques volatils.

Selon la clé choisie, $\text{NO}_x + \text{SO}_2$ est responsable respectivement de 64 %, 36 %, 74 % de la toxicité totale pour l'Europe et de 55 %, 26 % et 66 % pour la France.

On retiendra le chiffre de 50 %, ce qui revient à dire que par unité de trafic et en termes de toxicité, la moitié de la pollution émise est de nature locale, l'autre moitié est de nature régionale.

Le trafic urbain entraîne les deux types de pollution. La nocivité du trafic interurbain s'exerce à travers la pollution régionale et une part seulement, qu'on prendra égale à la moitié, de la pollution locale.

2.2. Valorisation par le coût des dommages

2.2.1. Les évaluations de la pollution de l'air sont très dispersées, comme le montrent les deux tableaux suivants où sont recensés les résultats d'études fournissant des valeurs exprimées en ECU par km (avec une différenciation selon les modes de transport), ou en pourcentage du PNB ¹.

(1) Ces chiffres sont donnés surtout à titre illustratif. Leur analyse approfondie, qui dépasse le cadre de cette présentation, devrait s'appuyer sur les méthodes d'évaluation, la solidité des données de base utilisées, etc.

Tableau 2 - Coûts de la pollution de l'air régionale + locale

Etude	Pays	Année d'estimation	Coût de la pollution en % du PNB			
			Santé	Dégâts matériels	Végétation	Total
Grupp (2)	Suède	1986	0,11-0,42	0,05-0,06	0,03-0,15	0,19-0,63
Planco (2)	Allemagne	1990	0,07-0,18	0,05-0,09	0,13-0,21	0,25-0,48
UPI (2)	"	1991	0,59	0,07	0,26-0,41	0,92-1,05
Marburger (2)	"	1986	0,06-0,14			
Henz et Klassen-Mielke (2)	"	1990	0,05-0,25			
Iseeke (2)	"	1990		0,05-0,08		
Heinz (2)	"	1986		0,06		
Ewers (2)		1986			0,13-0,21	
Pillet (2)	Suisse	1988	0,02-0,06	0,21	0,18-0,41	0,41-0,68
Infras (2)	"	1992	0,01-0,03	0,07-0,16	0,16-0,45	0,24-0,64
EcoPlan	Berne	1992	0,14	0,13	0,15	0,42
Gunnarson et Lecksell (2)	Suède	1986	0,02-0,06	0,00-0,03	0,00-0,02	0,03-0,11
Hassund et alii (2)	Suède	1990			0,06-0,2	
VROM (3)	Hollande	1985	0,16-0,29	0,08-0,13	0,14-0,18	0,38-0,6
NAPAP (2)	U.S.A.	1991			0,01-0,02	
Fin RA	Finlande	1992				0,4
Mackenzie et alii	U.S.A	1992	0,22			
Himanen et alii	Finlande	1989				0,23-0,7
Mautynen	Finlande	1988				0,2-1,2
Bouladon	U.K.	1991				0,15-0,35
Deakin (1)	U.S.A.	1990				0,48

(1) Cité par Bouladon (1991) ; (2) cité par Kageson (1992) ; (3) cité par Quinet (1992)

Tableaux 3 et 3 bis
Coût de la pollution de l'air régionale + locale par unité de trafic

(Unité ECU/100)

Etude	Pays	Année d'estimation	Route			Rail	
			Voy. x km par automobile	Voy. x km par autobus	T x km par camion	Voy. x km	T x km
Grupp	Suède	1986	0,15-0,68	0,05-0,21	0,18-0,82	0,04-0,15	0,05-0,20
Marbuger	Allemagne	1985	0,07-0,19	0,02-0,04	0,05-0,12	0,00-0,01	0,01-0,02
Planco	"	1986	0,11-0,27	0,02-0,05	0,07-0,17	0,01	0,01-0,02
Heinz et alii	"	1984	0,06-0,31	0,01-0,06	0,04-0,2	0,00-0,01	0,01-0,03
Pillet	Suisse	1985	0,52-0,85	0,26-0,53	0,78-1,25	0	0
Infras	"	1990	0,33-0,63	0,07-0,21	0,55-1,53	0	0
Ecoplan	"	1989	1,67	1,90	4,66	--	--
Planco 92	Allemagne	mi-1985	1,94	0,40	1,33	0,10	0,06
Prognos	Allemagne	1993	1,02	0,68	2,15	0,35	0,12

Etude	Pays	Année d'estimation	Avion Voy. x km	Voie navigable T x km	Effets valorisés
Grupp	Suède	1986	0,16-0,72	0,06-0,25	santé et végétation
Marbuger	Allemagne	1985	0,03-0,07	0,01-0,02	santé
Planco	"	1986	0,04-0,10	0,01-0,02	santé
Heinz et alii	"	1984	0,02-0,12	0,01-0,03	santé
Pillet	Suisse	1985	0,26-0,54	0	santé, végétation, bâtiments
Infras	"	1990	0,76-2,1	0	santé et végétation
Ecoplan	"	1989	--	--	santé, végétation, bâtiments
Planco 92	Allemagne	mi-1985	--	0,16	santé, végétation, bâtiments
Prognos	Allemagne	1993	0,07	--	santé, végétation, bâtiments

Si, dans la distribution des valeurs ainsi recensées, on enlève les valeurs extrêmes et qu'on s'attache à retenir une batterie de valeurs raisonnablement prudente, on aboutit, pour la pollution totale (régionale + locale), aux résultats suivants :

Tableau 4

	en ECU */100 km	en F/100 km
en voyageurs x km		
auto	0,60	4,1
rail	0,08	0,55
avion	0,20	1,4
en tonnes x km utile		
route	0,70	4,80
rail	0,06	0,41

* conditions économiques de 1992 : 1 ECU = 6,85 F

Ces chiffres correspondent à des moyennes très globales définies à 20 % ou 30 % près, qui devraient être différenciées à la fois pour la route et pour le rail.

2.2.2. Pour la route, l'un des critères de différenciation, à la fois simple dans sa mise en œuvre et sûr quant à ses résultats, consiste à distinguer, pour le trafic automobile de voyageurs, la zone urbaine et la rase campagne. Ils diffèrent par le taux d'occupation des véhicules et par la nocivité du trafic. Soient p_u et p_c les coûts de pollution par passager dans chacune de ces deux situations, p_m le coût moyen sur l'ensemble des parcours, N_u et N_c le nombre moyen de passagers par automobile sur les parcours urbains (à courte distance) et sur les parcours interurbains (à longue distance) ; T_u et T_c les proportions nationales des trafics urbains et interurbains.

$$\frac{N_u p_u}{N_c p_c} = \frac{2}{1,5}$$

$$\text{et } T_u N_u p_u + T_c N_c p_c = (T_u N_u + T_c N_c) p_m$$

On connaît par les statistiques de trafic :

$$N_u = 1,2$$

$$N_c = 2,0$$

$$\frac{T_u}{T_c} = \frac{1}{2}$$

On en déduit :

$$p_c = \frac{5,2}{6,66} p_m = 0,78 p_m$$

$$p_u = 1,73 p_m$$

et la ligne "auto" du tableau précédent peut-être décomposée en :

- voyageur automobile en rase campagne : 3,2 F/100 km,
- voyageur automobile en milieu urbain : 7,1 F/100 km.

On peut encore, ce qui a en fait davantage de sens, exprimer cette ligne, non pas en voyageurs mais en véhicules :

- voiture automobile : . rase campagne : $3,2 \times 2,0 = 6,4$ F/100 km,
- . milieu urbain : $7,1 \times 1,2 = 8,5$ F/100 km.

2.2.3. Pour le rail en France, il convient de traiter séparément la traction Diesel et la traction électrique, compte tenu de la faible proportion de traction Diesel (10 % contre environ 30 % en Europe) et du fort contenu en électricité non thermique (90 % pour le ferroviaire français contre 20 % à 30 % pour les principaux pays européens). Dans ces conditions, la décomposition correspondante aboutit aux résultats suivants qui sont une décontraction des lignes "rail" du tableau 4 :

- rail électrique voyageurs 0,1 centime par voy x km,
- rail Diesel voyageurs 0,7 centime par voy x km,
- rail électrique fret 0,08 centime par tonne x km utile,
- rail Diesel fret 0,5 centime par tonne x km utile.

2.3. Valorisation par le coût d'évitement

On présentera trois évaluations du coût d'évitement.

2.3.1. La première est fondée sur une étude économique analysant l'ensemble des moyens de réduction du SO₂ et du NO_x, à la fois dans les transports et dans l'industrie, classant ces moyens par coût croissant et en déduisant une valeur marginale de l'évitement de chacun de ces oxydes ; cette valeur marginale dépend du niveau de réduction envisagé, et bien sûr du pays. Dans le cas de la France, et pour un niveau de réduction de 50 % des émissions de NO_x par rapport à 1985 (réduction de 80 % par rapport à 1980 pour le SO₂), les coûts marginaux sont les suivants, par tonne de polluant :

	NO _x	SO ₂
En DM	5 918	1 805
En FF	20 061	6 118

Quelles sont les émissions de ces polluants dans les transports ? On connaît des chiffres moyens pour l'automobile ; les valeurs les plus fréquemment citées font état d'environ :

- 3 g/km de NO_x sans pot catalytique,
- 0,8 g/km de NO_x avec pot catalytique,
- 2,5 g/km de NO_x pour la moyenne actuelle du parc.

Les émissions de SO₂ sont très sensiblement plus faibles et, comme le coût marginal d'évitement est aussi sensiblement plus faible, le cas du SO₂ sera négligé.

Avec ces chiffres, le coût de la pollution régionale sera alors, par véhicule x km, de :

$$2,5 \times 10^{-6} \times 20\,061 = 0,05 \text{ F/véh. x km.}$$

Et le coût total de la pollution pour un trajet d'un kilomètre en rase campagne sera obtenu en multipliant ce chiffre par 1,5 (pour tenir compte de la pollution locale), soit :

$$0,075 \text{ F/véh. x km,}$$

alors que l'évaluation précédente aboutissait à 0,064 F/véh. x km.

Le coût de la pollution pour un trajet d'un kilomètre urbain serait de :

$$0,05 \times 2 = 0,10 \text{ F/véh.} \times \text{km.}$$

2.3.2. On peut obtenir ainsi un ordre de grandeur du coût de la pollution en recourant à une deuxième évaluation du coût d'évitement, qui consiste à apprécier le coût et l'efficacité des pots catalytiques.

Un pot catalytique trifonctionnel coûte à peu près 4 000 F et accroît d'environ 5 % la consommation d'essence ; sa durée de vie est d'environ 6 ans.

Pour un véhicule qui parcourt 10 000 km par an et consomme 0,1 litre de carburant par km, le coût kilométrique est à peu près de :

$$\frac{4\ 000}{6 \times 10\ 000} + 0,1 \times 5,5 \times 0,05 = 0,10 \text{ F/km.}$$

Le pot catalytique réduit les émissions de NO_x dans une proportion de 3 g à 0,8 g par km. Sur cette base, le coût d'évitement de la pollution d'un véhicule moyen du parc, produisant 2,5 g de NO_x, est de :

$$\frac{0,10}{(3 - 0,8)} \times 2,5 = 0,11 \text{ F/véh.} \times \text{km}$$

Ce chiffre représente la pollution totale. La pollution du trafic interurbain s'obtient en appliquant au chiffre précédent le coefficient de (1,5/2) ce qui aboutit à : 0,083 F/véh. x km.

2.3.3. La troisième évaluation du coût d'évitement est tirée de l'étude CETUR-SOFRETU-SYSTRAS de février 1994 : "Analyse des coûts de déplacement : élaboration d'une méthodologie dans le cadre d'un compte transport de voyageurs".

L'étude porte sur l'analyse d'un panier de technologies de réduction des émissions (pot catalytique, catalyseur d'oxydation, filtre à particules, canister, essence sans plomb, désulfuration du gazole).

Les résultats de cette étude donnent en francs 1990 :

	Voiture particulière		Cars et autobus	
	véh. x km	voy. x km	véh. x km	voy. x km
Rase campagne	0,09	0,04	0,15	0,01
Urbain	0,10 à 0,12	0,07 à 0,09	0,16 à 0,21	0,01 à 0,02

2.3.4. S'agissant des coûts d'évitement de la pollution pour les poids lourds, il faut noter :

- a. l'existence de gisements importants de réduction des pollutions ;
- b. de grandes incertitudes technologiques, d'où il résulte que les fourchettes citées en ce domaine sont larges. Ainsi pour un niveau d'évitement de 50 % par rapport à la situation actuelle, la partie basse de la fourchette peut descendre en-dessous des valeurs moyennes précédentes et, selon certains avis, dans des rapports de 1 à 2 ou de 1 à 4 ;
- c. en outre, que les dommages créés par les poids lourds proviennent essentiellement des NO_x et des particules. Or, si on connaît l'effet des NO_x, on connaît moins bien celui des particules (effet cancérigène mal évalué).

2.3.5. Au total les évaluations moyennes recensées (paragraphes 2.2. à 2.3.3.) donnent, dans le cas d'un trafic automobile interurbain, respectivement :

0,064 F/véh. x km,

0,075 F/véh. x km,

0,083 F/véh. x km,

0,09 F/véh. x km.

Les valeurs correspondantes pour le trafic urbain automobile sont obtenues (sauf pour l'estimation de la quatrième méthode qui est spécifique) en multipliant ces chiffres par :

$$\frac{2}{1,5} = \frac{4}{3}$$

Ces chiffres sont cohérents, la deuxième évaluation (0,075 F/véh. x km) représentant une moyenne raisonnable ; les chiffres pour les autres modes seront établis par proportionnalité avec les valeurs du tableau 4 ¹.

Ainsi :

- le coût de pollution du véhicule x km en trafic interurbain sera de 0,075 F/véh. x km, ou encore, avec 2 passagers par voiture, de 0,0375 F/voy. x km, arrondi à 0,038 ;
- celui du véhicule x km en trafic urbain sera de 0,10 F/véh. x km, ou encore, avec 1,2 passager par voiture de 0,08 F/voy. x km.

(1) Pour le rail Diesel, le coefficient de 4/3 s'applique également pour passer de "rase campagne" à "milieu urbain".

- Prise en compte de l'environnement dans l'évaluation des projets -

Le tableau devient :

Coût de pollution

en centimes par km

modes	rase campagne	milieu urbain
par passager x km		
auto	3,8	8,0
rail électrique	0,12	ε ¹
rail Diesel	0,8	1,1
avion	1,6	/
par véhicule x km		
automobile	7,50	10,0
par tonne x km utile		
route	5,6	7,5
rail électrique	0,09	0,09
rail Diesel	0,6	0,8

Il faut noter que les chiffres cités, notamment pour les PL, sont des moyennes qui devront être différenciées le cas échéant. Ceci est illustré par les deux tableaux ci-après.

(1) Transports régionaux de l'Île-de-France.

Consommations et émissions de polluants des véhicules selon la charge

Sur route

Véhicule et charge	Vitesse km/h	Consom. litres/100 km	CO ₂ g/km	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Particules g/km
Fourgon 3,5 tonnes vide	76,5	9,1	202	1,0	0,6	1,6	0,5
pleine charge	74,2	10,8	232	1,2	0,9	1,6	0,9
Camion 19 tonnes vide	68,9	23,4	709	2,6	0,8	15,5	0,5
pleine charge	66,8	28,2	764	3,1	0,8	16,4	0,5
Tracteur 40 tonnes vide	69,2	25,1	579	1,9	1,1	6,7	0,9
pleine charge	62,2	43,6	978	3,2	1,1	10,7	1,4

Source : INRETS, janvier 1994

Sur autoroute

Véhicule et charge	Vitesse km/h	Consom. litres/100 km	CO ₂ g/km	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Particules g/km
Fourgon 3,5 tonnes vide	123,7	16,4	378	1,7	1,6	1,9	2,0
pleine charge	117,7	17,0	391	1,7	1,8	1,9	2,3
Camion 19 tonnes vide	88,4	25,7	668	2,8	0,7	12,0	0,4
pleine charge	84,7	29,5	755	3,8	0,7	13,4	0,5
Tracteur 40 tonnes vide	88,0	27,0	623	1,7	1,0	7,4	0,9
pleine charge	75,6	42,1	940	3,0	1,0	10,1	1,3

Source : INRETS, janvier 1994

- Prise en compte de l'environnement dans l'évaluation des projets -

Ainsi, selon les cas d'espèces, il peut y avoir des différences importantes de niveaux de pollution. Il en résulte que, pour les gros poids lourds et selon les conditions d'utilisation, la pollution par tonne x km utile pourrait être deux fois moindre que la moyenne.

En tout état de cause, il serait bon de poursuivre les études d'estimation des coûts de pollution, en analysant particulièrement les données françaises peu investiguées à ce jour.

ANNEXE 4

MANDAT DU GROUPE DE TRAVAIL

Premier Ministre

—

*Commissariat Général
du Plan*

—

Le Commissaire

18, rue de Martignac, 75700 PARIS 07 SP

Tél. : 45 56 51 00

Télex : 206 235 f

Télécopie : 47 05 29 30

Monsieur Marcel Boiteux

Monsieur le président,

Le groupe de travail administratif sur les transports mis en place à l'automne 1990 avait notamment pour mandat "d'établir des comparaisons synthétiques permettant d'évaluer sur une base homogène les avantages et les coûts de l'ensemble des projets d'équipement public".

Cette entreprise a été amorcée, comme en témoigne le rapport "TRANSPORTS 2010", mais elle n'a pu être menée entièrement jusqu'à son terme. C'est pourquoi il m'apparaît nécessaire que les travaux entrepris sur ce sujet soient poursuivis et menés à bien, et qu'ils soient animés par une personnalité indépendante et de grande notoriété.

C'est dans cette perspective que, connaissant l'intérêt personnel que vous portez à ces réflexions et les responsabilités que vous avez exercées en matière de choix d'investissements publics, j'ai souhaité vous confier la présidence de ce groupe de travail : je vous suis très reconnaissant de l'avoir acceptée.

- Mandat du groupe de travail -

Le groupe sur les "Méthodes d'évaluation des projets d'infrastructure de transport" que vous présiderez et organiserez aura pour tâche :

- d'analyser la méthodologie et les outils de prévision et d'affectation de trafic, ainsi que les hypothèses de calcul des coûts et des avantages,
- de vérifier la validité des modèles et d'en proposer éventuellement la mise à jour,
- de se prononcer sur la nature des valeurs tutélaires ou révélées à attribuer au temps, au confort, à la sécurité,
- d'harmoniser ou de rendre cohérentes les méthodes et hypothèses utilisées pour les différents mode de transports,
- de se prononcer sur les éléments à prendre en compte dans le calcul des rentabilités socio-économiques et sur l'intérêt et la façon de traiter les effets externes non quantifiables (méthode multicritères, autre présentation). Il dressera un bilan des connaissances acquises sur ces effets externes, ou pouvant être acquises au prix de travaux qu'il s'efforcera de définir. Il s'attachera à prendre en compte l'éventuelle irréversibilité des décisions, à définir les conditions que doit satisfaire une situation de référence pour être pertinente, à établir une méthodologie de définition des variantes,
- de se prononcer sur les éléments à prendre en compte dans le calcul éventuel des rentabilités financières,
- d'harmoniser la présentation des résultats.

Cette tâche sera effectuée dans le cadre réglementaire constitué par la loi d'orientation des transports intérieurs (LOTI), tout particulièrement son article 14 et le décret d'application.

Le groupe poursuivra en priorité les travaux déjà engagés sur les estimations économiques des projets autoroutiers. Sans attendre leur achèvement qui risque de nécessiter plusieurs mois, il entamera l'étude des autres modes et approfondira son analyse dans les cas qui le nécessiteraient.

Le groupe sera constitué :

- d'un représentant de la Direction des Routes,
- de trois représentants qualifiés de la Direction des transports terrestres pour ce qui concerne les voies navigables, les transports collectifs urbains et les chemins de fer,

- d'un représentant de la Direction des ports maritimes,
- d'un représentant de la Direction générale de l'Aviation civile,
- d'un représentant de la 4^e section du Conseil général des Ponts et Chaussées,
- d'un ou deux représentants de chacune des Directions de la Prévision, du Budget, du Trésor,
- des chargés de mission transports du Commissariat général du Plan.

Le groupe pourra travailler, selon les besoins, soit en formation plénière, soit en formation restreinte, soit encore selon toute autre configuration utile. En particulier, il pourra faire appel à des représentants des grands opérateurs de transport ainsi qu'à tout expert dont la collaboration lui apparaîtrait souhaitable.

L'incertitude sur la nature et l'importance des difficultés que vous rencontrerez ne permet pas de fixer une date précise pour la remise d'un rapport. Néanmoins, je vous demande de me faire parvenir de courts rapports d'étape à chaque fois que vous estimerez avoir fait un pas important et en tout état de cause un rapport faisant le point de vos travaux au plus tard pour la fin d'octobre 1993.

Vous remerciant à l'avance du temps et des efforts que vous avez acceptés de consacrer à ce groupe de travail, je vous prie d'agréer, Monsieur le président, l'expression de ma reconnaissance et de ma respectueuse considération.

Jean-Baptiste de Foucauld

ANNEXE 5

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

Président :

M. Boiteux (Marcel), président d'honneur d'EDF

Rapporteurs :

M. Brossier (Christian), Conseil général des Ponts et Chaussées
M. Bureau (Dominique), Direction de la Prévision
M. Halaunbrenner (Gérard), chargé de mission, Commissariat général du Plan
M. Huart (Yves), Observatoire économique et statistique des transports
M. Lapeyre (Jacques), chargé de mission, Commissariat général du Plan
M. Laville (Philippe), chargé de mission, Commissariat général du Plan
M. Quinet (Emile), professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées

Experts :

M. Rey (Patrick), Ecole nationale de la statistique et de l'administration économique
M. Trognon (Alain), Ecole nationale de la statistique et de l'administration économique

Membres :

M. Aubas (Jean-Michel), Direction générale de l'Aviation civile
M. Bonnafous (Alain), professeur à l'université Lumière-Lyon-2 et à l'IEP de Lyon, Laboratoire d'économie des transports (LET)
M. Caude (Geoffroy), Direction des transports terrestres
Mme Chabrier-Passas (Valérie), Direction des transports terrestres

- Composition du groupe de travail -

M. Cointe (Raymond), Mission interministérielle de l'effet de serre
M. Beaumais (Olivier), chargé de mission, Commissariat général du Plan
M. Bieder (Bruno), Direction des Routes
M. Danzanvilliers (Patrice), Service d'études techniques des routes et autoroutes
M. Dollé (Michel), secrétaire général du Commissariat général du Plan
M. Domergue (Philippe), service des infrastructures nouvelles
et de la grande vitesse à la SNCF
M. Joly (Pierre), chef du Service économique, financier et international,
Commissariat général du Plan
M. Kenigswald (Laurent), Direction de la Prévision
M. Koenig (Jean-Gérard), Direction régionale de l'Equipement de l'Ile-de-France
M. Laffont (Yves), ministère de l'Environnement
M. Leuxe (André), Direction des transports terrestres
M. Martin (Yves), chef de la Mission interministérielle de l'effet de serre
M. Martinand (Claude), Direction des affaires économiques et internationales
au ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme
M. Matheron (Jacques), ministère de l'Environnement
M. Matheu (Michel), chef du Service de l'énergie et des activités tertiaires,
Commissariat général du Plan
M. Morcheoine (Alain), Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
M. Moulinier (Jean-Marc), Direction des ports et de la navigation maritimes
M. Orizet (François), Direction du Budget
M. Paillet (Pierre-Yves), délégué à l'Aménagement du territoire
et à l'Action régionale
M. Paul-Dubois-Taine (Olivier), Direction des affaires économiques
et internationales au ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme
M. Puig (Jean-Pierre), Directeur de l'Observatoire économique et statistique des
transports
M. Rousseau (Claude), Délégation à l'aménagement du territoire et à l'Action
régionale
M. Rousselot (Michel), Conseil général des Ponts et Chaussées, président de
l'AREA

RESUME

Rendre plus rigoureuse l'évaluation des projets de transport et s'efforcer d'harmoniser les méthodes utilisées par les différents opérateurs et administrations figuraient parmi les objectifs majeurs du groupe "TRANSPORTS 2010" du Plan, dont les conclusions ont été rendues publiques en 1992. On a trop souvent constaté, en effet, d'énormes disparités dans l'appréciation d'un même projet : des écarts du simple au quadruple, par exemple, entre les estimations, par deux organismes différents, de la rentabilité d'une même liaison autoroutière. Le Commissariat général du Plan a rassemblé sous la direction de Marcel Boiteux, président d'honneur d'EDF, un groupe de travail composé de hauts fonctionnaires des administrations concernées par les divers secteurs du transport : ministères de l'Équipement et des Transports, de l'Économie, du Budget et de l'Environnement ainsi que quelques experts (du Conseil général des Ponts-et-Chaussées, de l'ENSAE...). Il a pu pendant 18 mois auditionner les représentants des principales entreprises publiques et des tutelles administratives, engager un débat constructif sur certains sujets polémiques, dégager des conclusions et proposer des recommandations. Toutes les difficultés n'ont pu être définitivement levées mais le chemin est tracé et le présent rapport constitue une avancée importante dans l'effort d'harmonisation des méthodes d'évaluation afin de faciliter les décisions d'investissements.

Les pratiques actuelles sont disparates. Même si la LOTI (loi d'orientation sur les transports intérieurs) les a rendues obligatoires au début des années 1980 pour les grands projets, les évaluations sont pratiquées depuis longtemps. Si l'analyse coût-avantage en constitue le fondement, elles se caractérisent par *une grande diversité dans le recueil des données, l'établissement des prévisions, les méthodes de traitement et la présentation.* C'est ainsi que les projets routiers sont estimés à partir d'une approche multicritères mêlant au calcul de la rentabilité socio-économique des évaluations qualitatives peu homogènes ; par ailleurs, les prévisions de trafic routier sont estimées à l'aide d'un logiciel dont les paramètres sont anciens. De son côté, la SNCF pratique pour certaines évaluations de projet la méthode des "investissements éludés" qui consiste à ajouter aux avantages classiques les économies sur des investissements que l'absence du projet aurait rendu inéluctables. De plus, les projets

s'inscrivant dans un marché concurrentiel, comme les lignes nouvelles TGV, font l'objet d'un calcul de rentabilité financière permettant de mesurer leur impact sur les résultats financiers de l'entreprise. En outre, des disparités sont constatées dans les définitions et évaluations des politiques de sécurité. Surtout, la question de la *situation de référence* n'est pas réglée de manière satisfaisante : toute évaluation implique la comparaison entre une situation nouvelle (avec l'investissement) et une situation de référence (sans l'investissement). Selon la manière dont on définit celle-ci - il est clair qu'en l'absence de l'investissement l'opérateur n'aurait pas été inactif -, le projet apparaît plus ou moins rentable. Enfin, les *hypothèses de tarification* sont souvent peu explorées alors qu'elles pourraient parfois constituer une alternative intéressante à un investissement de capacité. L'extrême diversité des pratiques nuit à la cohérence de la politique des transports. En particulier, elle rend improbable une allocation optimale des investissements entre les divers modes de transport.

Les modèles de prévision de trafic sont fragiles et différenciés selon les opérateurs. Les disparités constatées proviennent principalement des prévisions de trafic dont la détermination fait appel à des modèles multiples. Les modèles de prévision sont en effet adaptés à la nature des flux à apprécier. Souvent de type gravitaire, ils peuvent être multimodaux lorsqu'on examine des schémas globaux de déplacements (schéma directeur de la région Ile-de-France) ou des situations concurrentielles (TGV-avion). Dans certains secteurs, ces prévisions sont inexistantes ou très succinctes en raison du poids des conservatismes ou de l'incertitude liée aux prévisions à long terme, dans le secteur des transports aériens ou des ports maritimes par exemple.

Les enjeux de l'évaluation économique sont considérables, en particulier pour la route. Avec près de 90 milliards d'investissements annuels, on mesure les enjeux qui sous-tendent la pratique des évaluations de projets, avec cependant des écarts considérables selon les secteurs, depuis les infrastructures routières représentant 60 milliards d'investissements (autoroutes, routes nationales, voiries départementales et communales) jusqu'aux voies navigables avec un volume d'investissements annuels de quelques centaines de millions. Il y a donc lieu de hiérarchiser les efforts.

Le bien-fondé d'un calcul de rentabilité repose sur la comparaison avec la situation de référence optimisée la plus vraisemblable. Constituant souvent la source des divergences d'appréciation de la rentabilité des projets, la situation de référence est définie comme celle qui prévaudrait en l'absence de réalisation du projet. Ce n'est donc pas en général un "statu quo" peu vraisemblable qui signifierait qu'il n'existe pas une bonne possibilité d'aménagement sur place. Afin d'éviter de favoriser indûment certains projets, le rapport préconise de définir une situation de référence optimisée, c'est-à-dire un scénario aussi vraisemblable que possible qui intègre tous les autres projets voisins dont la probabilité de réalisation est forte.

Les modèles de prévision de trafic doivent être améliorés. Il paraît illusoire actuellement de préconiser un modèle universel de trafic utilisable par tous les évaluateurs. En revanche, il semble possible d'apporter le plus grand soin à la mise au point des outils et de veiller à des mises à jour périodiques des paramètres les

composant. Un rapprochement entre les principaux modèles serait à mener à bien. Pour commencer, on devrait utiliser partout les mêmes hypothèses de cadrage macro-économiques et mieux étudier les élasticités de la demande aux tarifs.

Le temps gagné et les vies humaines épargnées doivent être mieux pris en compte. La *valeur du temps*, nécessaire au calcul des avantages pour la rentabilité socio-économique, est actuellement une variable interne aux modèles. Elle n'est pas calculée a priori, mais au contraire révélée par les comportements des utilisateurs. Elle varie donc grandement, car les individus n'attachent pas la même importance au temps perdu, selon leur revenu et selon les circonstances. Cette variabilité n'a pas paru gênante au groupe, qui estime qu'une valeur ainsi révélée est un meilleur guide des choix qu'une valeur tutélaire, c'est-à-dire fixée par l'Etat au nom de considérations normatives. Il ne serait donc pas réaliste actuellement de préconiser une batterie de valeurs du temps applicables partout, mais il semble possible d'améliorer les calculs actuels en poursuivant la confrontation entre les différents modèles et la réalité, en améliorant dans le domaine routier la connaissance des trafics et en séparant nettement les avantages procurés par les gains de temps des autres composants de la qualité de service. On pourrait, dans le même esprit, évaluer *le prix d'une vie épargnée* en mesurant la somme que la collectivité est prête à payer pour la sauver. Mais une telle démarche se heurte ici à des obstacles d'ordre à la fois théorique, dans la mesure où l'action tutélaire de l'Etat s'exerce fortement, et pratique, car il est difficile d'obtenir une valeur révélée par les comportements ou les déclarations des intéressés. On dispose à l'heure actuelle en matière de sécurité routière d'une estimation par la méthode dite du capital humain compensé, laquelle aboutit à une valeur cohérente avec celles résultant d'autres méthodes ou celles utilisées dans des pays voisins (3,6 millions de francs). Dans l'état actuel des connaissances et de la culture, il n'est pas illégitime par ailleurs de considérer des barèmes différenciés selon les modes de transport avec des valeurs nettement plus fortes pour les tués et blessés en transport collectif.

Aussi imparfaitement déterminés soient-ils, il convient de prendre en compte tous les effets externes environnementaux accessibles aux calculs. La réalisation des infrastructures et le trafic qu'elles engendrent provoquent des atteintes à l'environnement dont les coûts sont évalués par diverses méthodes qui peuvent aboutir à une certaine dispersion dans leurs résultats. En outre, chacun d'eux ne représente qu'une estimation assez grossière en raison des difficultés à mesurer les quantités de pollution et valoriser les dommages qui s'en suivent. S'il y a donc lieu de faire preuve d'une certaine prudence dans l'utilisation des coûts de pollution, ces difficultés ne doivent pas faire obstacle à leur prise en compte et leur intégration le plus tôt possible dans le calcul économique. Les valeurs unitaires destinées à monétariser les effets du bruit, de la pollution de l'air et de la contribution à l'effet de serre proposées dans le rapport constituent une avancée considérable en ce sens, même s'il y a lieu, bien sûr, de poursuivre les études dans ce domaine.

L'incidence du développement économique sur la rentabilité ne peut pas en général être calculée de façon systématique mais relève plutôt d'une analyse au cas par cas. A côté des effets externes négatifs des nuisances environnementales, il est équitable de prévoir les effets bénéfiques des infrastructures de transport sur le

développement économique. Si les théories récentes sur la croissance endogène tendent à établir leur importance sur le long terme, les causalités sont difficiles à mettre en évidence. Les effets des infrastructures sur l'aménagement du territoire se révèlent très ambigus, l'abaissement des coûts de transport favorisant surtout la polarisation de l'espace. L'intégration des préoccupations d'aménagement du territoire peut toutefois s'envisager par exemple par la création d'une variante de calcul comportant un effet local de long terme dont la valeur serait tirée d'observations antérieures. Une autre approche consiste dans l'utilisation d'indicateurs d'accessibilité qu'il convient de mettre au point et qui complèteraient le calcul de la rentabilité socio-économique nécessaire à la différenciation des projets. Celle-ci reste le paramètre de choix prioritaire et seules les études coûts-avantages classiques permettent d'opérer une sélection valable parmi les projets.

Il est nécessaire de prendre en compte l'incertitude et de préserver la transparence. Le calcul économique nécessite soit de procéder à des études de *sensibilité aux hypothèses*, soit d'entreprendre une approche méthodologique pour prendre en compte des incertitudes qui pourraient caractériser les événements futurs. Dans ce cas, chaque option de politique des transports est testée en fonction de l'aversion des décideurs pour le risque. Dans le même ordre d'idée, il est parfois intéressant de tirer profit du surplus d'informations qu'un différé d'investissement dans le temps peut apporter. *Le souci de transparence* doit rester constamment présent à l'esprit des évaluateurs de façon à permettre à quiconque, extérieur à l'étude, d'identifier sans ambiguïté les hypothèses, d'apprécier les caractéristiques des modèles utilisés et de disposer des résultats ventilés dans leurs principales composantes.

Les principales recommandations conduisent à constater qu'au total, malgré ses imperfections et insuffisances, le calcul économique est encore ce qu'il y a de mieux pour évaluer les projets d'investissement. Il importe en premier lieu de bien poser les bases de l'évaluation, de veiller à ce que l'éventail des possibles reste ouvert assez longtemps pour permettre un choix judicieux et de définir une situation de référence incontestable. Malgré la grande diversité du monde des transports, il est possible de réduire les divergences dans l'évaluation économique en uniformisant les données macro-économiques, en rapprochant les modèles de prévision et surtout en confiant à une équipe intermodale d'experts du ministère de l'Équipement et des Transports le soin d'examiner tous les grands projets de transport. Les externalités négatives et positives doivent dans toute la mesure du possible être incorporées au calcul, les éléments actuellement non quantifiables devant faire l'objet d'une description soignée. Enfin, une présentation uniforme favorise les comparaisons intermodales ; elle pourrait comporter deux documents :

- un document technique comprenant les critères quantitatifs de rentabilité selon une présentation normalisée, une description des éléments non incorporables dans les calculs ou des effets attendus du projet, et les analyses de sensibilité ;
- un document politique à l'usage des décideurs, présentant de façon synthétique les principaux résultats, avantages, inconvénients et risques liés au projet.



COMMISSARIAT
GÉNÉRAL
DU PLAN

Transports : pour un meilleur choix des investissements

Les transports sont un champ d'application privilégié de la théorie économique. Cependant les méthodes d'évaluation ne sont pas unifiées. Dans le prolongement des travaux du groupe « TRANSPORTS 2010 », le Commissariat général du Plan a rassemblé, sous la direction de Marcel Boiteux, président d'honneur d'EDF, un groupe de travail composé de hauts fonctionnaires et d'économistes afin de rendre plus rigoureuse l'évaluation des projets et d'harmoniser les méthodes utilisées dans les différents modes de transport.

Le calcul économique reste indispensable pour évaluer les projets de transport. Ce rapport fait trois types de propositions : éclairer efficacement les décideurs en présentant mieux les éléments chiffrés et qualitatifs des choix ; harmoniser les hypothèses économiques et soumettre les évaluations des différents modes de transport au jugement d'une cellule d'audit unique ; mieux prendre en compte l'impact des projets sur la sécurité et l'environnement, grâce à des valeurs unitaires précises de la vie humaine épargnée et des nuisances environnementales.

En permettant d'harmoniser les méthodes d'évaluation, ce rapport doit contribuer à un meilleur choix des investissements de transport.

**Prix : 80 F
Imprimé en France
ISBN : 2-11-003278-2
DF : 5 3472-2**

**La Documentation française
29-31 quai Voltaire
75344 Paris Cedex 07
Tél.: 40 15 70 00
Télécopie : 40 15 72 30**

9 782110 032782

