CENTRE DE RECHERCHES ÉCONOMIQUES

RAPPORT DE LA
CENT CINQUIÈME TABLE RONDE
D'ÉCONOMIE DES TRANSPORTS

tenue à Paris les 7 et 8 novembre 1996
sur le thème :

LA MOBILITÉ INDUITE PAR LES INFRASTRUCTURES

CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS

C E N T R E D E R E C H E R C H E S É C O N O M I Q U E S

RAPPORT DE LA
CENT CINQUIÈME TABLE RONDE
D'ÉCONOMIE DES TRANSPORTS

tenue à Paris les 7 et 8 novembre 1996
sur le thème :

LA MOBILITÉ INDUITE PAR LES INFRASTRUCTURES

CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS

TABLE DES MATIÈRES

RAPPORTS INTRODUCTIFS

AUTRICHE

CERWENKA, P. et HAUGER, G. 5

ESPAGNE

MENENDEZ, J.M. 63

FRANCE

PLASSARD, F. 117

ROYAUME-UNI

GOODWIN, P.B. 151

AUTRES COMMUNICATIONS 239

SYNTHÈSE DE LA DISCUSSION

(Débats de la Table Ronde sur les rapports) 311

LISTE DES PARTICIPANTS 326

AUTRICHE

Peter CERWENKA et G. HAUGER
Institut pour la Planification des Systèmes de Transport
Université de Technologie
Vienne
Autriche

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION..... 9

2. CLARIFICATION DES CONCEPTS..... 10

3. LES DEUX “CULTURES” LIÉES AU THÈME DU TRAFIC NOUVEAU ET LEURS ORIGINES..... 20

4. LE CONCEPT D’ÉLASTICITÉ..... 23

4.1. La fonction de demande de transport 23
4.2. Le concept d’élasticité en économie 25
4.3. Avantages et dangers de l’utilisation des élasticités 26
4.4 Relation entre les fonctions de demande de transport et les élasticités 28
4.5. Effets cumulés de plusieurs déterminants 30
4.6. Prise en considération de la concurrence au moyen d’”élasticités croisées” 31
4.7. La “loi du budget temps de trajet constant” 31
4.8. Phases temporelles des élasticités liées à la demande de transport . 32
4.9. Aperçu général des problèmes empiriques..... 33

5. ÉTUDE DE CAS..... 34

5.1. Description de la situation 34
5.2. Fondements des données utilisées 35
5.3. Calcul des élasticités par rapport aux revenus et par rapport aux coûts directs au moyen d’une analyse longitudinale 49

5.4. Estimation de la prestation de transport nouveau et vérification de la “loi du budget temps de trajet constant” 51
5.5. Discussion, interprétation et relativisation des résultats 54

6. CONCLUSIONS 57

7. RÉSUMÉ 58

NOTES 60

Vienne, mars 1996

1. INTRODUCTION

"*Qui sème les routes, récolte le trafic*." C'est ce que l'on entend à la cantonade depuis quelques années. Cette phrase a une résonance un peu moins poétique et plus objective dans certains cercles de planificateurs de la circulation : "Les routes nouvelles produisent un trafic nouveau". On qualifie ce trafic de "trafic nouveau" (terme retenu pour cette contribution), "trafic induit" ou "trafic généré". Cette prise de conscience et ce débat autour du concept de trafic nouveau se caractérise par un positionnement extrêmement polarisé entre deux attitudes idéologiques. Alors que le *lobby* "vert" est obsédé par l'idée d'éviter toute nouvelle construction d'infrastructure, avec pour argument que cela va accroître encore la circulation, le groupe opposé argue que les nouvelles infrastructures de transport ne provoquent pas une demande de circulation supplémentaire, mais permettent seulement de satisfaire la demande existante de façon "plus efficiente" (c'est-à-dire plus rapide et plus rentable). Ceux qui se situent entre ces deux positions inconciliables, ont souvent recours à une "manipulation des pourcentages". Ils indiquent en effet un pourcentage de trafic nouveau dans des cas concrets, sans jamais clairement définir à quoi correspond le taux de 100 pour cent. Il y a un demi-millénaire Léonard de Vinci disait déjà que "le véritable savoir n'a rien à faire avec le brouhaha"[1]. Cette contribution a pour objectif de clarifier quelque peu la connaissance au détriment du brouhaha, ce qui signifie principalement :

- -- d'introduire une terminologie totalement transparente et de l'utiliser en permanence dans ce rapport ;
- -- d'édifier à partir de cette terminologie un concept théorique clair, qui sera compréhensible par les ingénieurs (avec, par exemple, des matrices constantes d'interconnexions de trafic ou des budgets temps de trajet constants) et par les économistes (avec, par exemple, des élasticités), et

-- de présenter, pour un cas particulier précis et non ambigu, les limites de la vérification empirique du trafic nouveau, les hypothèses nécessaires et la pertinence ainsi limitée des concepts théoriques ainsi que les utilisations abusives à des fins idéologiques susceptibles de découler de nos observations.

Par ailleurs, il convient de faire la différence entre le **volume** de trafic nouveau et son **évaluation**. Cette dernière ne fait pas l'objet de cette contribution.

2. CLARIFICATION DES CONCEPTS

La définition communément admise du trafic nouveau lié aux infrastructures ("tout trafic produit par de nouvelles infrastructures de transport") crée une situation trompeuse car elle attribue la cause de ce trafic nouveau à quelque chose d'anonyme, à savoir "l'infrastructure de transport" (ou son constructeur), ce qui fait oublier que le trafic est causé, sans exception, par la demande de transport émanant des individus. C'est pourquoi, nous souhaitons définir le trafic nouveau lié aux infrastructures de façon davantage circonstanciée, mais aussi en limitant les possibilités de malentendus, en supprimant dans un premier temps l'aspect "lié à l'infrastructure" pour le remplacer par l'aspect "offre rendue plus attractive", et cela de façon à permettre la généralisation.

Définition : le trafic nouveau est tout trafic

a) **supplémentaire rendu possible** par l'accroissement de l'attractivité de l'offre de transport (dans le cas d'une infrastructure de transport : extension ou amélioration de cette infrastructure) **et**
b) donc **occasionné par les voyageurs**, qui exploitent en partie ou en totalité ce potentiel.

Ou bien selon une définition analogue mais complémentaire : le trafic nouveau correspond à tout trafic qui n'existerait pas sans l'accroissement de l'attractivité de l'offre de transport.

En principe, il importe peu que l'infrastructure considérée soit routière, ferroviaire ou d'autre nature, même si la littérature spécialisée se concentre sur les routes. D'une manière générale, on entend par "rendre attractif" l'extension d'un réseau de transport -- que ce soit par l'ajout d'un segment à un réseau existant ou par l'augmentation de la capacité de parties de réseau existantes -- par exemple par l'ajout de voies de circulation routières ou ferroviaires supplémentaires. Il peut aussi s'agir, au sens le plus général, de mesures autres que techniques (principalement économiques), qui modifieraient "l'attractivité" de l'offre de transport. Si l'attractivité d'une infrastructure de transport était réduite (par exemple par des mesures économiques ou restrictives), on en arriverait, selon cette définition, à un trafic nouveau négatif, c'est-à-dire à une réduction du trafic par rapport à la situation antérieure aux mesures réduisant l'attractivité.

L'utilisation du concept de "trafic" ne permet toutefois pas une analyse claire, car il n'est pas assez précis. Il est absolument nécessaire pour clarifier le phénomène du trafic nouveau, de distinguer deux dimensions totalement différentes :

-- le volume du trafic ("traffic volume", dans la terminologie anglaise),
-- les prestations de transport ("traffic performance").

Nous souhaitons nous limiter au trafic de voyageurs. Ainsi le volume du trafic prend ici la forme de **trajets voyageurs/unité de temps [PW/t]**. Les prestations de transport sont quant à elles, le produit du nombre de trajets (volume du trafic) par la longueur moyenne du trajet, et prennent donc la forme de voyageurs-kilomètres/unité de temps . (Il convient incidemment de remarquer que la prise en considération du trafic nouveau de marchandises fait apparaître certaines différences, mais aussi de fortes analogies avec le trafic nouveau de voyageurs que nous traitons ici). Le "trajet" se définit comme le changement de lieux d'un voyageur indépendamment du moyen de transport utilisé et de la longueur du trajet effectué. Le "trajet des voyageurs" est une grandeur conceptuelle qui recouvre à la fois le chemin parcouru à pied et avec un véhicule.

A partir de cette terminologie, nous pouvons procéder à une première analyse de la croissance du volume du trafic. Pour ce faire, nous partons de trois positions différentes adoptées vis-à-vis du trafic nouveau[2] :

a) Les améliorations du réseau routier ne conduisent **pas à une augmentation du trafic**.

b) Les améliorations du réseau routier rendent la circulation routière plus attractive. Ce sont en premier lieu les transports individuels motorisés et les transports routiers motorisés de marchandises qui en profitent. Tout cela conduit à **remplacer** les trajets effectués avec les transports publics, ainsi qu'à pied et à vélo.
c) Les améliorations du réseau routier conduisent, par cette attractivité accrue, non seulement aux effets décrits en (b), mais aussi à de **nouveaux trajets** (déplacements) et à des **trajets plus longs** pour le transport individuel motorisé.

Si l'on penche en faveur du point de vue (c), et que l'on suppose de plus une croissance "générale" du trafic (qui n'est provoquée par aucune modification de l'infrastructure), on peut interpréter une augmentation du trafic franchissant une ligne imaginaire q précisément définie à l'intérieur d'un "couloir", lui-même clairement délimité, entre un moment t_0 et un moment t_1, comme la somme de :

-- la croissance générale du trafic,
-- le trafic transféré (dans l'espace et/ou entre différents modes de transport), et
-- le trafic nouveau (au sens où nous l'avons défini ici),

sachant qu'à un moment t_A (avec $t_0 < t_A < t_1$) l'offre a été rendue plus attractive. Cependant, le concept de "couloir", habituellement utilisé dans la littérature spécialisée, manque ici de précision, et il est donc souvent -- entièrement inconsciemment -- délimité de façon assez arbitraire. Les Figures 1, 2 et 3 en donnent une illustration.

La Figure 1 présente de façon schématique un réseau routier existant S (traits pleins), une ligne ferroviaire existante B (traits en pointillés) et des points (i, j, k, l, m, n, o), qui pour simplifier peuvent également représenter des sources individuelles de trafic (origines et destinations). A un moment t_A, une nouvelle route N (trait double) est mise en service, avec pour effet d'augmenter l'attractivité de l'infrastructure. A la Figure 2, les évolutions du volume de trafic des voyageurs P (trajets voyageurs/unité de temps = PW/t) sont représentées pour des coupes transversales du couloir différemment délimitées (A) à (E) en vue d'illustrer les différents niveaux d'interprétation qui se construisent les uns après les autres. La Figure 3 représente graphiquement une situation finale possible après toute une série de transferts de trafic.

Figure 1. **Schéma illustrant les difficultés de délimitation du concept de "couloir"**

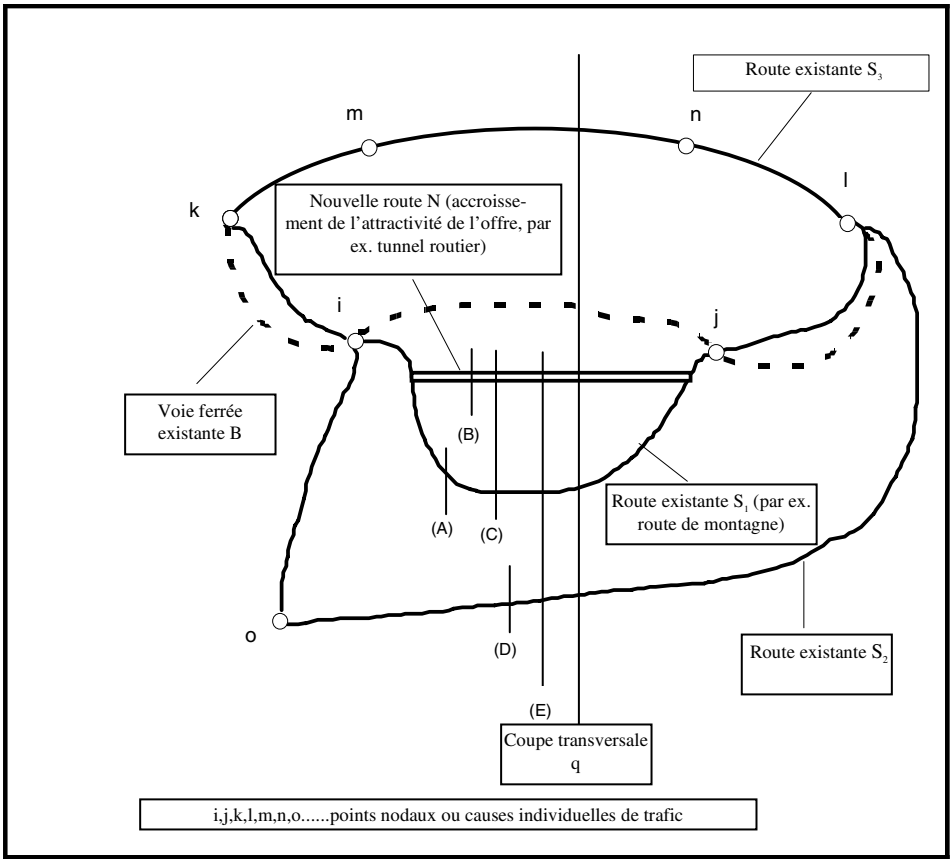
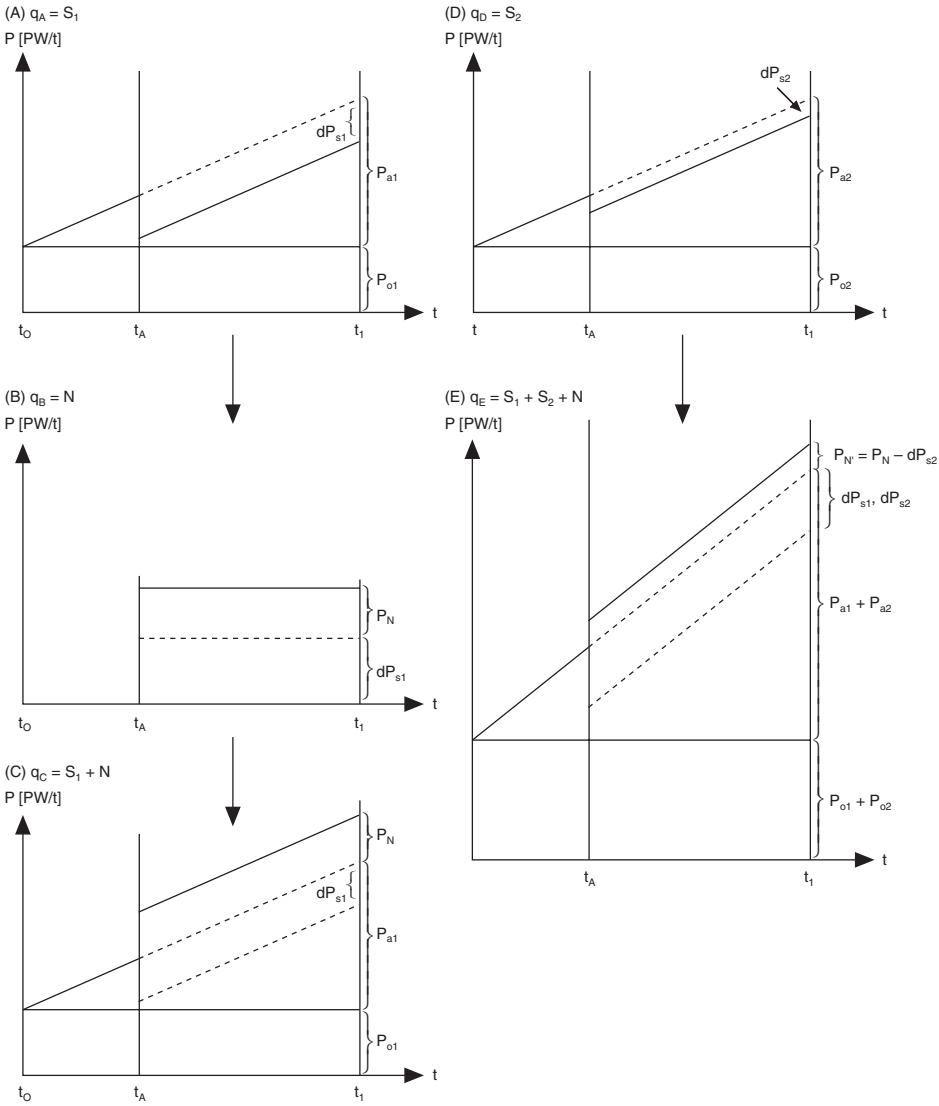


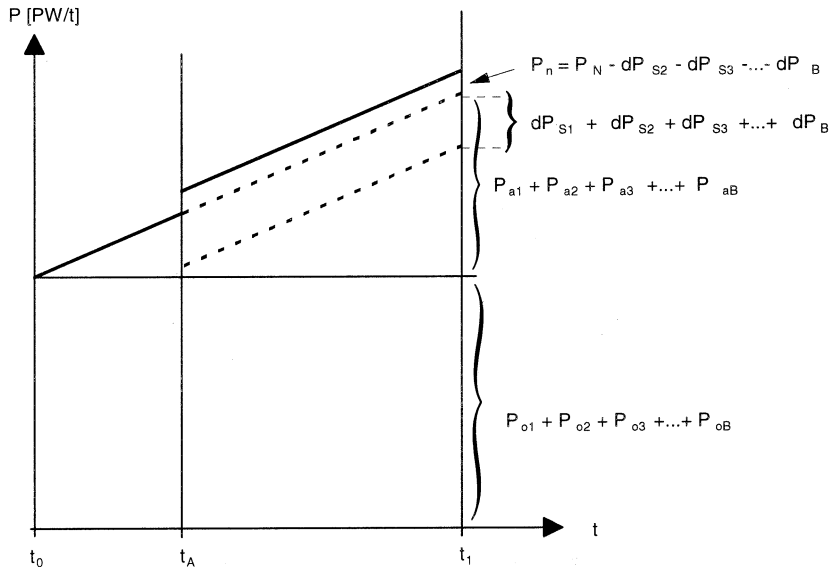
Figure 2. **Schéma de l'évolution du volume du trafic de voyageurs P [PW/t] pour des couloirs différemment délimités (A) à (E) en fonction de la coupe transversale q de la Figure 1**



Légende :

P_{o1}, P_{o2} : Charge de base sur S_1 ou sur S_2
P_{a1}, P_{a2} : Croissance générale du trafic sur S_1 ou sur S_2
dP_{s1}, dP_{s2} : Déplacement du trafic de S_1 ou de S_2
P_N, $P_{N'}$: « Trafic nouveau » sur N

Figure 3. **Schéma de l'évolution du volume du trafic de voyageurs P [PW/t] pour une coupe transversale du couloir élargie $q = S_1+S_2+S_3+...+B+N$ de la Figure 1**



Nous nous limiterons tout d'abord à un couloir (A) qui ne comprend que la route existante S_1. Après la mise en service de la nouvelle route de délestage N, on peut enregistrer sur S_1 l'évolution en volume du trafic des voyageurs telle que reproduite à la Figure 2(A). De même, on peut enregistrer l'évolution du volume du trafic de voyageurs sur la nouvelle voie de délestage N [Figure 2(B)], que nous considérerons comme constante pour des raisons de simplicité. Presque toutes les recherches dont nous avons connaissance se focalisent et reposent sur la version (C), c'est-à-dire qu'il y a un déplacement de (A) et (B) vers (C), où **une** voie existante S_1 et sa voie de délestage N sont rassemblées en une coupe transversale du couloir considéré. On appelle alors en général P_N "le volume du trafic nouveau" ou plus simplement encore "le trafic nouveau" et le quotient $p_N = P_N : (P_{o1} + P_{a1})$, "la part de trafic nouveau". La littérature déborde de "pourcentages de trafic nouveau" ainsi calculés. Mais nous voulons pousser plus avant notre interprétation et nous tourner vers la partie (D) de la Figure 2. Cette partie montre un tracé possible de l'évolution du volume du trafic de voyageurs dans le couloir S_2 avant et après la mise en service de N. La partie (E) fait la synthèse de (C) et (D) ou de (A), (B) et (D).

On constate ainsi que ce qui avait à l'origine été interprété comme volume de trafic nouveau P_N, avait été considéré à tort comme tel, le volume de trafic détourné de S_2, à savoir dP_{S2} devant en fait être déduit. Dans le même temps, la base (qui correspond au dénominateur de notre fraction) a augmenté pour passer de $P_{o1} + P_{a1}$ à $P_{o1} + P_{o2} + P_{a1} + P_{a2}$, de sorte que la part de trafic nouveau corrigée par l'inclusion de S_2, soit $p_{N'}$, se réduit pour passer de $p_N = P_N : (P_{o1} + P_{a1})$ à $p_{N'} = (P_N\text{-}dP_{S2}) : (P_{o1} + P_{o2} + P_{a1} + P_{a2})$. Avec l'inclusion de S_2, il est en outre problématique de parler encore de "couloir". Cela perd tout sens si nous allons encore un peu plus loin pour inclure toutes les autres liaisons routières possibles S_3, S_4, ... ainsi que la ligne ferroviaire B comme des voies concurrentes, dans lesquelles auront lieu des transferts vers N lors de la mise en service de cette dernière. Cette situation finale est représentée sur la Figure 3, et l'on voit que de cette manière le volume de trafic nouveau supposé au départ P_N devient $P_n = P_N\text{-}dP_{S2}\text{-}dP_{S3}\text{-}...\text{-}dP_B$ et que finalement la "part de trafic nouveau" devient :

$$p_n = (P_N\text{-}dP_{S2}\text{-}dP_{S3}\text{-}...\text{-}dP_B):(P_{o1}+P_{o2}+P_{o3}+...+P_{oB}+P_{a1}+P_{a2}+P_{a3}+...+P_{aB})$$

Cette formule tend vers zéro de façon asymptotique, car à chaque nouvelle extension du "couloir" le numérateur devient plus petit et le dénominateur plus grand. Ce concept de "couloir" est donc très insatisfaisant du point de vue théorique, surtout quand on le réduit à (C). Ce concept devient carrément douteux lorsque l'on veut déterminer le surcroît de pollution lié au trafic nouveau. Cependant, un tel objectif est très utile pour améliorer ce concept. Un premier pas important dans cette direction consiste à **se détourner du volume de trafic franchissant une coupe transversale imaginaire** pour **se tourner vers la prestation de transport au sein d'un réseau**.

Avant de nous lancer dans cette opération, nous utiliserons la Figure 1 pour dresser la liste de toutes les réactions comportementales envisageables d'un voyageur par rapport à la réalisation de l'augmentation de l'attractivité de l'offre N (ici N représente par exemple une nouvelle autoroute) :

Effet 1 : Réalisation d'un trajet en voiture sur N au lieu de rester à la maison (**volume** de trafic nouveau)

Avant mise en service de N : rester à la maison (au point i)
Après mise en service de N : trajet en voiture sur N de i à j

Effet 2 : Changement d'itinéraire marginal sans modification du mode de transport utilisé

Avant mise en service de N : trajet en voiture de i à j sur S_1
Après mise en service de N : trajet en voiture sur N de i à j (dans les conditions énoncées à la Figure 1, cela signifierait une **prestation** négative de trafic nouveau, car le tronçon est plus court sur N que sur S_1. Eu égard au volume du trafic, ce trajet est neutre en termes de trafic nouveau dans la coupe transversale (C))

Effet 3 : Allongement du trajet (**prestation** de trafic nouveau, la plupart du temps combinée à l'effet 2)

Avant mise en service de N : trajet en voiture de i à j sur S_1
Après mise en service de N : trajet en voiture de i à 1 en utilisant N (ce trajet n'apparaît pas comme du trafic nouveau dans le couloir (C), mais tel apparaît-il en revanche sur le tronçon routier j-l)

Effet 4 : Changement d'itinéraire à grande échelle en utilisant le même mode de transport (cet effet se distingue de l'effet 2 uniquement en termes d'échelle et non de principe. Cependant, nous le classons ici séparément car si, dans la pratique, l'effet 2 est généralement pris en compte, en revanche l'effet 4 est presque toujours ignoré et est donc forcément interprété comme du trafic nouveau.)

Avant mise en service de N : trajet en voiture de k à l en passant par m et n sur S_3
Après mise en service de N : trajet en voiture sur N de k à l en passant par i et j

Effet 5 : Changement de mode de transport

Avant mise en service de N : trajet en train de i à j
Après mise en service de N : trajet en voiture sur N de i à j

Effet 6 : Changement de destination et de direction avec le même mode de transport

Avant mise en service de N : trajet en voiture de i à k sur S_1
Après mise en service de N : trajet en voiture sur N de i à j (ce trajet se présente dans le couloir (C) sous la forme de volume de trafic nouveau, sur le tronçon routier i-k sous la forme de volume négatif de trafic nouveau. Si les portions i-k et i-j sur N sont de même longueur, cette réaction est globalement neutre quant à la prestation de trafic nouveau)

Ces effets peuvent se chevaucher en partie. Seuls les effets 1 et 3 doivent être considérés comme de véritables effets de trafic nouveau. De plus, ils doivent être minorés des effets 2 et, éventuellement, 4. L'effet 1 devrait être négligeable, voire à peine décelable, selon les suppositions répandues quant au nombre relativement constant de trajets par voyageur et par jour (taux de mobilité). Les effets 3 et 6 sont comparables : dans les deux cas, il y a un changement de destination. Ils ne diffèrent pas sur le plan du principe, mais en termes d'échelle : dans l'effet 3, un itinéraire connu est allongé par rapport à la destination d'origine jusqu'à une nouvelle destination ; dans l'effet 6, un itinéraire connu est totalement abandonné et un tout autre itinéraire (qui peut également être plus court que le premier) est choisi.

Après avoir décrit ces différentes réactions individuelles envisageables de la part des voyageurs à une augmentation de l'attractivité de l'offre, on peut concrétiser de façon mathématique la définition du trafic nouveau (désormais exclusivement considérée en tant que **prestation** de transport nouveau) donnée au début de cette section : si l'on désigne, dans une zone géographiquement délimitée, par V_A la prestation de transport de tous les trajets f (conduisant du point d'origine i à la destination j) d'une longueur à chaque fois égale à L, qui tirent parti de l'attractivité accrue de l'offre **après** la réalisation d'une infrastructure en n'importe quel point du parcours (n_A = nombre de ces trajets), et par V_0 la prestation de transport de tous les trajets réalisés avant la mise en service de cette infrastructure (à partir de points d'origines et de destinations qui peuvent être différents ; n_0 = nombre de ces trajets), alors la prestation du trafic nouveau V_n se définit par :

$$V_n = V_A - V_0$$

et la part de trafic nouveau v_n en pourcentage par :

$$v_n = 100 \cdot \frac{V_A - V_0}{V_0} \qquad [\%] \qquad (1)$$

où :

$$V_A = \sum_{k_A = 1}^{n_A} f_{k_A} \cdot L_{k_A} \qquad [\text{P-km/t}]$$

$$V_0 = \sum_{k_0 = 1}^{n_0} f_{k_0} \cdot L_{k_0} \qquad [\text{P-km/t}]$$

Lorsque l'on s'intéresse uniquement à la valeur absolue du trafic nouveau (V_n) et non au pourcentage (v_n), il est beaucoup plus facile d'un point de vue empirique d'ajouter aussi bien à V_A qu'à V_0 une valeur constante (mais en général inconnue) V_C de manière que $V_A + V_C$ représente la prestation de transport **totale** déterminée, dans un réseau de transport, **après** que l'offre ait été rendue plus attractive (c'est-à-dire pas uniquement les trajets qui utilisent N) et de même $V_0 + V_c$ les prestations **totales** dans le même réseau **avant** cette modification de l'offre. Les indications de la part de trafic nouveau (v_n) sont quant à elles certainement trompeuses (tout comme pour la prise en considération du couloir), car avec l'extension du réseau (représentée par V_C), cette part tend vers zéro suivant une courbe asymptotique (attention à la manipulation des pourcentages : en étendant le réseau, on peut arriver à un taux aussi faible que l'on veut, mais on peut aussi faire gonfler le taux en rétrécissant le réseau).

En raison de toutes les conséquences qu'on estime habituellement liées au trafic nouveau (en termes de consommation d'énergie, de durée de voyage, de quantités de polluants, etc.), il convient d'emblée de répartir le trafic entre les différents modes de transport. Dans ce cas, par définition, V_A ne comprend toujours que le mode de transport qui profite à l'attractivité accrue de l'offre, tandis que V_0 peut aussi englober (et englobera en règle générale) d'autres modes de transport.

Il est évident que la définition de la prestation de trafic nouveau à laquelle nous aboutissons pose des difficultés bien plus importantes lorsqu'on la transpose dans les faits, qu'une simple définition en termes de volume de trafic nouveau spécifique à un couloir. Il semble par conséquent impératif de bâtir un paradigme théoriquement correct, incontestable et plausible, même si l'on ne peut pas l'appliquer entièrement dans les faits, afin de pouvoir combler les lacunes d'une étude empirique par des hypothèses **sensées** et cohérentes avec ce concept.

La définition se fonde sur l'approche expérimentale (fictive) suivante : après une augmentation de l'attractivité de l'offre, durant une période spécifique on pose à chaque voyageur, sur le tronçon de réseau rendu plus attractif, des questions relatives à son point d'origine et de destination. On reconstruit ainsi ce que l'on appelle "une toile d'araignée du trafic", et l'on établit ainsi également les longueurs moyennes des trajets, correspondant à V_A (il en découle qu'à proprement parler une délimitation spatiale appropriée au problème ne peut être réalisée qu'**après** l'établissement de cette toile d'araignée). Il est ensuite mis fin à cette augmentation d'attractivité de l'offre et une autre étude est réalisée pour déterminer le trajet réalisé par les voyageurs ayant auparavant tiré parti de l'effet d'attractivité de l'offre une fois que cette dernière a été supprimée. On peut alors établir la relation suivante (différenciée selon les modes ; m = nombre des modes de transport) :

$$V_0 = \sum_{e=1}^{m} V_{0,e}$$

ce qui permet de calculer également $V_n = V_A - V_0$

3. LES DEUX "CULTURES" LIÉES AU THÈME DU TRAFIC NOUVEAU ET LEURS ORIGINES

Dès le début de l'introduction (section 1), nous avons établi que la question du trafic nouveau menaçait de diviser ceux qui s'intéressent aux transports en deux camps irréductiblement opposés. Cette division est liée aux centres d'intérêt très disparates des deux camps et est facile à comprendre ainsi. Mais ce que l'on sait et comprend moins, c'est que ces deux groupes d'intérêt tirent la justification "scientifique" de leurs positions, de disciplines scientifiques

différentes. Ces disciplines sont toutes deux d'importance majeure pour les transports, mais représentent des "cultures" ou des philosophies distinctes et n'entretiennent malheureusement pas des échanges d'idées éclairants l'une avec l'autre, d'autant plus que leurs places fortes sont le plus souvent situées dans des universités différentes. Il s'agit d'une part des ingénieurs des transports et d'autre part des économistes des transports (il n'est pas rare que ces derniers revendiquent la qualification globale de "science des transports" pour eux seuls).

Concernant le trafic nouveau, **la philosophie des ingénieurs des transports** peut être résumée par les points de repère suivants :

-- En tant que concepteurs d'infrastructure, les ingénieurs des transports pensent toujours en termes concrets de réseaux de transport et de liaisons spatiales.
-- Les (véritables) ingénieurs des transports travaillent toujours d'emblée avec des dimensions précisément définies et spécifiées (par exemple voyageurs-kilomètres par unité de temps dans un domaine spatial défini).
-- Les ingénieurs des transports (de tradition classique) considèrent les données tirées d'enquêtes en termes d'origine-destination comme des éléments objectifs, fixes, qui ne sont modifiés que par les évolutions dans l'art et la manière d'utiliser l'espace. C'est pourquoi toute variation supplémentaire sera considérée comme non vérifiable par les faits, et donc plus ou moins comme une manipulation ou une spéculation relevant de l'arbitraire.
-- Un schéma de mobilité, établi sur la base d'enquêtes, de questionnaires ou de comptages de trafic (c'est-à-dire le classement des déplacements en fonction des points d'origine et de destinations, ce qui correspond à une matrice d'interconnexion des trajets) ne varie donc qu'en fonction de changements spatiaux (utilisation de l'espace), **et non pas en fonction des modifications apportées à l'infrastructure de transport** (tout au plus, le choix du mode de transport entre le même point d'origine et le même point de destination varie en fonction des modifications apportées à l'infrastructure de transport).

Avec cette philosophie, on ne peut prendre en compte que les effets 2, 4 et à la rigueur 5 concernant les possibilités de réaction des voyageurs (énoncées à la section 2) aux modifications de l'attractivité de l'offre de transport. Les effets 1, 3 et 6 n'ont aucune place ici.

Concernant le trafic nouveau, **la philosophie des économistes des transports** est quant à elle principalement marquée par les éléments suivants :

-- Il n'est généralement pas fait référence à un réseau de transport concret ou à un aménagement détaillé du territoire d'une zone déterminée. Des couloirs symboliques sont élaborés qui représentent de simples aggrégations de réseaux de transport.
-- En général, il n'y a pas non plus d'indication concrète des dimensions. On préfère parler de "demande de transport" et de "coûts généralisés".
-- Pour les économistes des transports, le "transport" est un bien de consommation comme un autre, dont le volume de la demande peut en principe être représenté par une "fonction de demande" (c'est-à-dire une dépendance vis-à-vis de coûts ou de prix). Cette fonction doit pour l'essentiel davantage être comprise comme une hypothèse de travail abstraite que comme un instrument susceptible d'être utilisé dans la pratique.
-- Un schéma de mobilité établi sur la base d'enquêtes, de questionnaires ou de comptages de trafic sera certes considéré comme une information de départ utile et nécessaire, mais comme un schéma non constant. **De tels schémas réagissent en effet de façon élastique aux variations modifiant l'attractivité de l'offre de transport**, et donc notamment aux modifications de l'infrastructure. L'agencement spatial exact de ces modifications ne fait, en règle générale, pas partie du domaine de réflexion des économistes des transports.

Avec cette philosophie, on peut expliquer en théorie toutes les possibilités de réaction des voyageurs en termes de trafic nouveau énoncées à la section 2. Mais la validation empirique concrète du modèle abstrait de la fonction de demande, et sa transposition pratique sous forme de modifications des volumes de trafic empruntant les différents tronçons d'un réseau donné, se heurtent à de grandes difficultés.

La mission de la science des transports est de combiner à l'avenir ces deux philosophies pour que les aspects positifs agissent en synergie et que les aspects négatifs soient minimisés voire supprimés. La présente étude devrait permettre de progresser modestement dans cette direction.

En termes un peu plus simples, cela signifie d'abandonner d'un côté, la rigidité de la matrice d'interconnexion point d'origine-point de destination, héritée de la philosophie des ingénieurs des transports, et de laisser ainsi réagir ces points de départ et de destination de façon **élastique** aux modifications de

l'attractivité de l'infrastructure de transport, et, de l'autre côté, de faire sortir les économistes des transports du champ clos de leurs fonctions de demande abstraites et de les amener à considérer les élasticités de la demande par rapport à des modifications concrètes de la charge de trafic sur certains tronçons spécifiques de réseaux de transport existants.

4. LE CONCEPT D'ÉLASTICITÉ

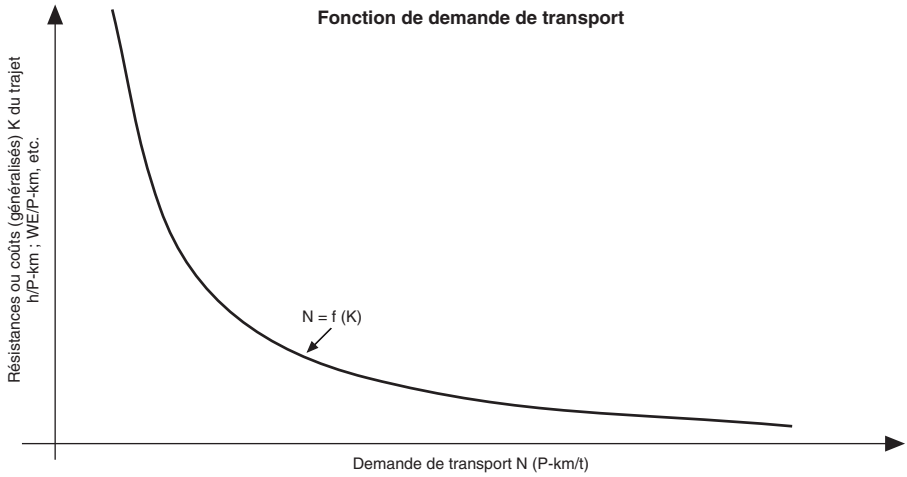
Il convient à cet égard d'étudier d'abord en détail le concept économique d'élasticité, si souvent utilisé à tort et à travers dans le domaine des transports. Cette étude doit se faire en gardant toujours un oeil sur le thème du trafic nouveau lié aux infrastructures.

4.1. La fonction de demande de transport

La pierre angulaire est, pour ce faire, la fonction de demande de transport déjà évoquée, c'est-à-dire la dépendance du volume de la demande de transport N par rapport à l'attractivité de l'offre de transport ou -- autrement dit -- par rapport aux coûts (généralisés) K (selon la terminologie des économistes des transports) de la mobilité ou aux facteurs de résistance (selon la terminologie des ingénieurs des transports) au franchissement de l'espace. Si l'on se réfère à l'argumentation de la section 2, nous entendrons toujours ici comme volume de la demande de transport la dimension "voyageur-kilomètre par unité de temps" [P-km/t], comme coûts les "unités monétaires par voyageur-kilomètre" [WE/P-km] voire la consommation de ressources physiques par voyageur-kilomètre (par exemple le temps passé en heures par voyageur-kilomètre [h/P-km] ou des combinaisons linéaires de consommations de ressources, pondérées en fonction de leurs prix ("coûts généralisés"), par voyageur-kilomètre. A l'égard du trafic nouveau **lié aux infrastructures**, nous tenons ici déjà pour acquis que, du point de vue du voyageur, la variable primordiale pour la décision est le facteur temps. La fonction de demande de transport se traduit graphiquement par la Figure 4. Celle-ci correspond aux conventions de représentation des économistes, qui (pour des raisons inconnues) prennent la variable dépendante N comme abscisse et la variable indépendante K comme ordonnée (cette idée ne viendrait à l'esprit d'aucun spécialiste des

sciences naturelles et d'aucun ingénieur. Mais cette représentation est tellement ancrée dans l'esprit des économistes qu'il faut en tenir compte si l'on veut éviter des confusions).

Figure 4. **Concept de base de la fonction de demande de transport**



Cette représentation éclaire bien la manière de penser des économistes. Cette pensée vaut pour tous les biens de consommation : plus le bien de consommation désiré coûte cher aux consommateurs à l'unité, (**toutes choses étant égales par ailleurs !**), moins grande sera la demande de ce bien de consommation à l'intérieur d'une seule et même unité de temps. Énoncé de façon mathématique, cela signifie que la fonction de demande de transport est **une fonction monotone décroissante**. Mais il est aussi évident que cela décrit de façon exhaustive la seule caractéristique acceptée de la fonction de transport, car des spécifications plus complètes et empiriquement testées de la forme concrète de cette fonction ne sont pratiquement jamais étudiées dans le domaine de la demande de transport. La forme précise de cette fonction reste donc en général obscure. Pour des raisons didactiques et par commodité, deux cas particuliers possibles se révèlent d'ailleurs intéressants :

-- la formule linéaire :

$$N = a + b \cdot K \tag{2}$$

-- la formule affectée d'un exposant :

$$N = c \cdot K^{\varepsilon}, \tag{3}$$

où, en raison de la propriété requise de monotonie descendante, b ou ε doit être négatif (a, b, c et ε sont des grandeurs à déterminer empiriquement).

4.2. Le concept d'élasticité en économie

A ce niveau, il convient de faire intervenir le concept économique d'**élasticité**. Il est communément défini comme le quotient entre la variation **relative** d'une grandeur et la variation **relative** d'un facteur causal supposé ou avéré. Ainsi, pour le trafic nouveau lié aux infrastructures, l'élasticité-temps correspondante ε_T, de la demande de transport (en P-km), indique la variation en pourcentage de la prestation de trafic N, lorsque la durée de trajet T varie de 1 pour cent. Cela se traduit mathématiquement par la formule suivante :

$$\varepsilon_T = \frac{\dfrac{N_1 - N_0}{N_0}}{\dfrac{T_1 - T_0}{T_0}} \tag{4}$$

où l'indice 0 représente une situation initiale et l'indice 1 une situation modifiée par une augmentation de l'attractivité des infrastructures (gain de temps).

Si l'on passe de l'observation de différences finies à l'observation de différentiels infinitésimaux, on obtient à partir de l'équation (4) l'expression suivante :

$$\varepsilon_T = \frac{dN}{dT} \cdot \frac{T}{N} \tag{5}$$

4.3. Avantages et dangers de l'utilisation des élasticités

Le concept économique d'élasticité comporte deux avantages séduisants, qui lui ont conféré une immense popularité :

-- Comme les élasticités sont des rapports de variations **relatives** de deux variables et sont donc adimensionnelles, on peut facilement se tourner vers des données dimensionnelles concrètes et recourir à la "manipulation des pourcentages", c'est-à-dire travailler avec des ratios de variations en pourcentage, sans connaître à chaque fois comment les 100 pour cent des numérateurs et des dénominateurs sont précisément définis.

-- Les élasticités relèvent d'un mode de pensée clair et facilement compréhensible, mais en même temps assez **abstrait**. Il est difficile de les vérifier empiriquement et elles laissent par conséquent, lors de leur transposition à des cas concrets, d'agréables zones de flou procurant une latitude d'appréciation que l'on peut utiliser à sa convenance selon les besoins de l'idéologie concernée.

Mais, ces atouts de maniabilité des élasticités cachent de graves inconvénients inhérents à leur utilisation. Eu égard au trafic nouveau lié aux infrastructures, et à son aspect hautement sensible en termes de conflits d'intérêts, les inconvénients ne doivent pas être passés sous silence, surtout lorsqu'on donne par exemple une valeur chiffrée concrète (par exemple $\varepsilon_T = -0.3$) à l'élasticité-temps.

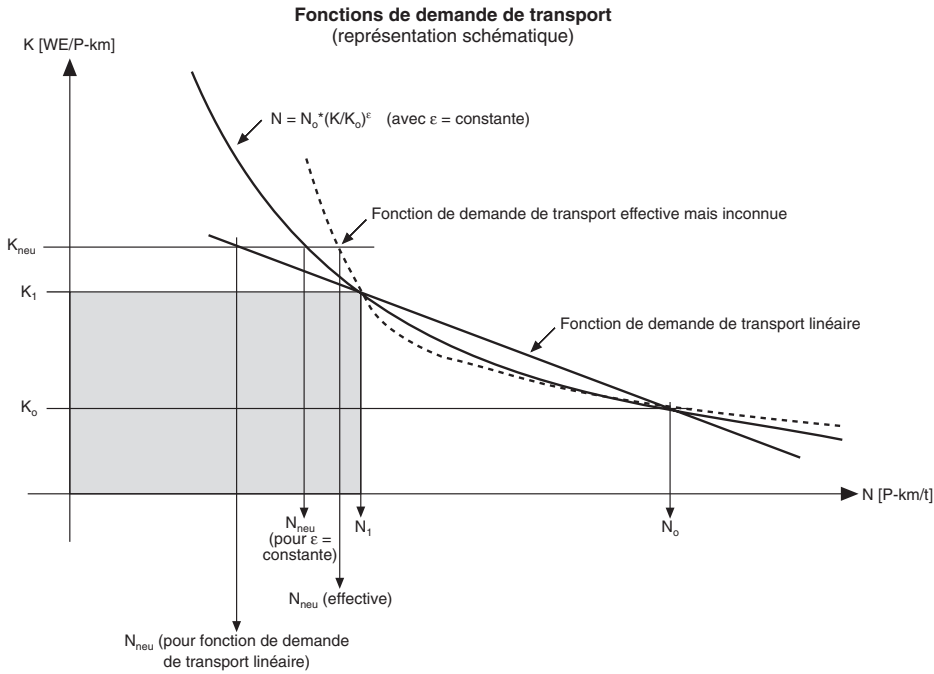
Commençons par l'inconvénient majeur : on peut déduire directement de l'équation (5) par transformation et intégration consécutive, que ε **dans l'équation (3) représente l'élasticité-temps, et que la fonction de demande affectée d'un exposant selon (3), est la seule forme mathématique pour laquelle ε est constante sur l'ensemble de la courbe de la fonction de demande de transport.** Mais cela signifie que **pour toutes les autres formes de courbes, l'élasticité dépend des variables indépendantes considérées**. Mais cela signifie également que l'attribution d'une valeur fixe (par exemple $\varepsilon_T = -0.3$) et son utilisation pour des calculs mathématiques supposent toujours une telle forme de courbe. Et même lorsqu'on laisse une marge de manoeuvre (par exemple $\varepsilon_T = -0.2$ à -0.5), cette indication ne sert à quelque chose que si l'on indique quand il convient d'utiliser l'hypothèse basse ou l'hypothèse haute pour T. Même pour la forme mathématique la plus simple, c'est-à-dire la forme linéaire, selon l'équation (2), ε dépend de T (ou de K), comme on peut facilement le montrer :

$$\varepsilon_T = \frac{dN}{dT} \cdot \frac{T}{N} = \frac{b \cdot T}{a + b \cdot T}$$

En outre, il convient de prendre en considération la manière dont ce concept est utilisé avec des données empiriques. Dans le meilleur des cas, on peut trouver deux points sur la fonction de demande de transport moyennant l'hypothèse d'une situation "toutes choses étant égales par ailleurs". Si l'on ne connaît pas le tracé exact de la fonction, relier ces deux points par une élasticité et utiliser ensuite cette élasticité pour estimer, via certaines extrapolations, les conséquences de diverses mesures, peut conduire à des conclusions totalement erronées. C'est ce que montre la Figure 5, où l'on utilise comme variable indépendante les coûts généralisés supportés par les utilisateurs K au lieu de la durée de trajet T.

Pour des raisons didactiques et de calcul, ainsi que du fait de l'absence générale de spécifications plus détaillées concernant les données relatives à l'élasticité dans la littérature, les réflexions et les exemples de calculs ultérieurs (voir section 5) seront basés exclusivement sur la formulation avec exposant explicitée dans l'équation (3).

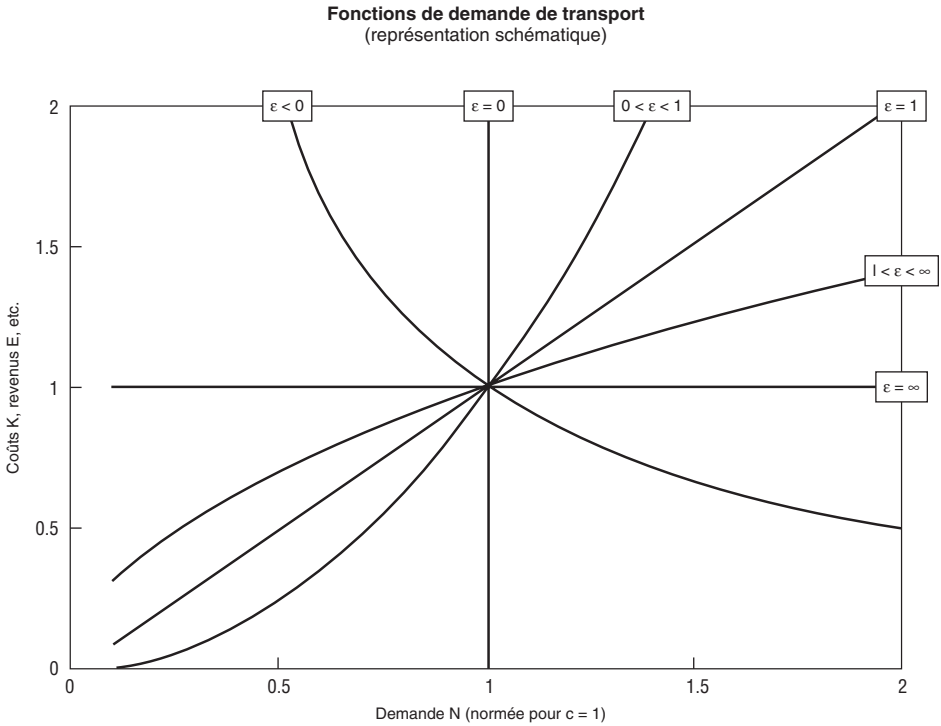
Figure 5. **Extrapolation de la demande de transport au moyen de données d'élasticité (K_0, N_0 ; K_1, N_1 ... valeurs "mesurées" ; K_{neu} ...coût d'une mesure envisagée pour l'utilisateur ; N_{neu} ...effet estimé de K_{neu} sur la demande de transport)**



4.4. Relation entre les fonctions de demande de transport et les élasticités

Au préalable, une courte discussion s'impose sur la relation entre les fonctions de demande de transport et la plage de valeur des élasticités ε, comme le montre la Figure 6.

Figure 6. **Courbes des fonctions de demande de transport de la forme $N = c \cdot K^{\varepsilon}$ ou $N = c \cdot E^{\varepsilon}$ en fonction de la valeur de ε (K ... = coûts, E ... = revenus)**



Si $\varepsilon = 0$, il n'existe pas de relation entre la demande N et le facteur causal supposé. Si $\varepsilon > 0$, la demande de transport augmente quand le facteur causal (par exemple le revenu E) augmente. Si $\varepsilon > 1$, la demande de transport croît de façon plus que proportionnelle par rapport à l'augmentation du facteur considéré. A l'inverse, si $\varepsilon < 0$, la demande de transport décroît quand le facteur (par exemple les coûts K du trajet) augmente. Si $\varepsilon < -1$, la demande de transport décroît de façon plus que proportionnelle quand le facteur causal augmente.

4.5. Effets cumulés de plusieurs déterminants

Jusqu'à présent, nous n'avons considéré qu'un seul déterminant à la fois. La difficulté particulière qui survient lors de la transposition dans la pratique est que plusieurs facteurs agissent toujours en même temps sur la demande de transport. Ainsi, cela peut se traduire mathématiquement de la façon suivante, en utilisant l'équation de base (3) avec des élasticités constantes :

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{E}{E_0}\right)^{\varepsilon_E} \cdot \left(\frac{K}{K_0}\right)^{\varepsilon_K} \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\varepsilon_T} \qquad (6)$$

où :

E_0 : Revenus (par exemple des ménages privés) dans la situation initiale
K_0 : Coûts monétaires directs perçus dans la situation initiale
T_0 : Durée du trajet dans la situation initiale
N_0 : Demande de transport dans la situation initiale
E, K, T, N : Mêmes facteurs dans la situation modifiée
ε_E : Élasticité de la demande de transport par rapport aux revenus
ε_K : Élasticité de la demande de transport par rapport aux coûts monétaires directs
ε_T : Élasticité-temps de la demande de transport

Si l'on adopte le concept des "coûts généralisés", il convient de modifier l'équation (6) comme suit :

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{E}{E_0}\right)^{\varepsilon_E} \cdot \left(\frac{K + p_T \cdot T}{K_0 + p_T \cdot T_0}\right)^{\varepsilon_{Kg}} \qquad (7)$$

où :

p_T correspond à la valeur monétaire de l'unité de temps de trajet [WE/h] et
ε_{Kg} à l'élasticité de la demande de transport par rapport aux coûts généralisés.

4.6. Prise en considération de la concurrence au moyen d'"élasticités croisées"

Nous avons considéré jusqu'à présent qu'il n'y avait qu'un seul bien de consommation appelé "transport". Mais dans le domaine des transports, nous rencontrons souvent des offres de transport en concurrence les unes avec les autres. C'est le cas dans les transports de voyageurs à longue distance où, à côté d'un bien de consommation appelé "transport en voiture particulière", nous trouvons un autre bien de consommation appelé "transport ferroviaire". Une question se pose alors : comment une variation dans certain secteur de consommation fait-elle varier la demande dans un autre secteur de consommation ? Comme on le sait, il est possible de réaliser ce genre d'évaluation au moyen d'"élasticités croisées" (e). Celles-ci sont logiquement toujours affectées du signe opposé à celui des élasticités "directes" correspondantes (ε).

Si l'on prend deux systèmes concurrents (par exemple les voitures particulières [indice P] et le train [indice B], on peut développer l'équation (6) comme suit :

$$N_P = N_{P,0} \cdot \left(\frac{E}{E_0}\right)^{\varepsilon_E} \cdot \left(\frac{K_P}{K_{P,0}}\right)^{\varepsilon_{K,P}} \cdot \left(\frac{T_P}{T_{P,0}}\right)^{\varepsilon_{T,P}} \cdot \left(\frac{K_B}{K_{B,0}}\right)^{e_{K,B}} \cdot \left(\frac{T_B}{T_{B,0}}\right)^{e_{T,B}} \tag{8}$$

Les élasticités croisées sont ici représentées par la lettre "e". L'élasticité croisée $e_{K,B}$ serait ainsi la variation proportionnelle de la demande de transport en voiture particulière pour une variation relative d'environ 1 pour cent des coûts monétaires directs en train, de même $e_{T,B}$ serait la variation proportionnelle de la demande de transport en voiture particulière pour une variation relative d'environ 1 pour cent de la durée du trajet ferroviaire.

4.7. La "loi du budget temps de trajet constant"

En relation avec le concept d'élasticité, il est nécessaire de parler à ce stade de la "**loi (supposée) du budget temps de trajet constant**" qui jouit d'une popularité croissante. En résumé, cette loi veut que les gains de temps rendus possibles par l'amélioration du réseau de transport (notamment par la construction d'infrastructures de transport) grâce à laquelle le temps nécessaire

pour aller d'un point de départ déterminé à une destination déterminée est réduit, seront entièrement réinvestis (sous forme de trajets nouveaux ou plus longs) dans une utilisation plus intensive du réseau de transport amélioré. Selon une telle loi, on ne peut donc pas parler de réel gain de temps (nous n'aborderons pas ici la façon d'**évaluer** un tel phénomène, s'il existe).

Nous pouvons seulement montrer à l'aide de l'équation (8) ce que cette loi signifierait d'un point de vue économique :

-- Toutes les élasticités directes et croisées de l'équation (8) sauf l'élasticité-temps directe devraient être exactement égales à zéro. La demande de transport totale dépendrait alors exclusivement des durées de trajet.
-- La fonction de demande de transport devrait prendre une forme affectée d'un exposant du type de celle de l'équation (3). Une formulation avec des coûts généralisés du type de celle de l'équation (7) serait exclue.
-- L'élasticité-temps ε_t de la demande de transport devrait quant à elle prendre précisément la valeur -1, car c'est ainsi et ainsi seulement que la durée totale du trajet est constante sur l'ensemble du réseau : $N_0 . T_0 = N_1 . T_1 = N . T = constante$ (surfaces en grisé sur la Figure 5 avec K à la place de T).

De toute évidence, il est très improbable que ces trois conditions soient remplies dans la réalité. Cette "loi" pourrait plutôt simplement servir d'hypothèse de travail, lorsque la condition "**toutes choses étant égales par ailleurs" s'applique à l'ensemble des autres déterminants** (c'est-à-dire autres que la durée du trajet) et lorsque les variations de la durée du trajet restent dans des ordres de grandeur modestes.

4.8. Phases temporelles des élasticités liées à la demande de transport

Pour clore cette section sur les élasticités, il faut encore aborder un aspect : celui des **variations dans la durée** de ces élasticités. En général, on distingue trois phases relatives aux élasticités temps et coûts liées aux infrastructures :

-- Court terme : cette phase englobe ce que l'on appelle le "trafic de curiosité"[3], c'est-à-dire toute demande de transport qui apparaît dès l'ouverture d'une nouvelle infrastructure de transport du fait de la

curiosité des voyageurs désirant visiter et admirer le nouveau tronçon. Cette phase à court terme ne donne pas lieu à considérations dans ce rapport.

-- Phase de stabilité : phase d'équilibre qui a lieu après la phase à court terme. C'est à elle que le rapport accorde la plus grande attention.
-- Long terme : changements graduels dans la phase d'équilibre dus à des variations de l'utilisation de l'espace (voisin de la nouvelle infrastructure), variations rendues possibles par l'attractivité accrue de cette infrastructure de transport. Cette phase est prise indirectement en compte dans l'étude de cas (section 5), dans la mesure où comme dans toute étude longitudinale, la variation de l'utilisation de l'espace est également une conséquence de l'augmentation du revenu réel des ménages, laquelle est intégrée de façon empirique.

4.9. Aperçu général des problèmes empiriques

Dans l'ensemble, l'utilisation du concept d'élasticité dans des applications concrètes destinées à estimer le trafic nouveau dû aux infrastructures nouvelles soulève trois problèmes fondamentaux :

-- Le problème d'une délimitation spatiale adéquate qui se prête au calcul tout en étant représentative des conditions réelles (voir section 2).
-- Le problème des conditions "toutes choses étant égales par ailleurs" -- en présence et en l'absence d'infrastructure nouvelle -- qui ne sont jamais pleinement réalisables et cela, en particulier lorsqu'on procède à des analyses temporelles longues. En effet, les faisceaux de causes entraînant un trafic nouveau s'accumulent à mesure qu'augmente l'intervalle de temps qui suit une augmentation significative de l'attractivité d'une infrastructure.
-- Le problème de la détermination de la cause (une attractivité accrue de l'offre, par exemple), même lorsque les conditions "toutes choses étant égales par ailleurs" sont censées être remplies dans une large mesure. Ce problème est dû à l'impossibilité fondamentale de répéter des expériences réelles, à l'échelle 1/1 dans le domaine socio-économique, dans une aire géographique concrète.

In fine, on retrouve ici les trois problématiques fondamentales de la physique classique : espace, temps, causalité.

5. ÉTUDE DE CAS

Comme nous l'annoncions dans l'introduction, les paragraphes suivants sont consacrés à l'étude et à la discussion d'un cas concret. Il ne s'agit pas de fournir un algorithme de calcul universel pour la détermination du trafic nouveau -- ce qui serait de toute façon impossible --, mais de traiter empiriquement le concept d'élasticité envisagé à la section 4 (à partir de l'équation (8)), en appliquant strictement la terminologie définie à la section 2.

Cette opération est globalement divisée en cinq étapes :

-- Description de la situation (paragraphe 5.1.)
-- Fondements des données utilisées (paragraphe 5.2.)
-- Analyse longitudinale en vue de déterminer les élasticités par rapport aux revenus et par rapport aux coûts monétaires directs (paragraphe 5.3.)
-- Évaluation des niveaux de trafic nouveau et vérification de la "loi du budget temps de trajet constant" (paragraphe 5.4.)
-- Discussion, interprétation et relativisation des résultats (paragraphe 5.5.)

5.1. Description de la situation

Les principaux critères de choix d'un exemple approprié sont l'existence d'une base de données d'aussi bonne qualité que possible, la possibilité d'opérer une bonne délimitation géographique et l'existence d'une modification de l'attractivité de l'offre, aussi tranchée et marquante que possible, survenant à un moment particulier. Comme le montrent les rares exemples figurant dans la littérature, il est pratiquement impossible de satisfaire au premier critère et cela, même de façon approximative. Cela se vérifie pleinement dans l'exemple que nous avons retenu : le tunnel routier de l'Arlberg. Dans cet exemple, seul sera pris en compte le transport de voyageurs réalisé au moyen de **voitures particulières**.

Le tunnel routier de l'Arlberg a été mis en service le 1er décembre 1978. Il s'agissait de mettre en place une liaison routière utilisable en hiver entre les Länder autrichiens du Tyrol et du Vorarlberg. C'est une route à péage, avec limitation de la vitesse à 80 km/h. Avant l'ouverture de ce tunnel, il existait seulement une route de montagne sinueuse, pentue et inutilisable pendant

une partie de l'hiver. Cette route est restée en service après l'ouverture du tunnel routier. Entre les deux points de croisement de ces deux liaisons routières, situés dans le Tyrol (à proximité de St-Anton, sur les contreforts de l'Arlberg) et dans le Vorarlberg (près de Langen), le trajet par la route de montagne avoisine 20 kilomètres et celui empruntant le tunnel routier 16 kilomètres. Une ligne de chemin de fer (qui emprunte également un long tunnel) court parallèlement au tunnel routier (voir Figure 7). Cet exemple a par ailleurs pour avantage de ne présenter aucune autre solution alternative de transport **à proximité** (en dehors de la route de montagne, du tunnel routier et de la voie ferrée).

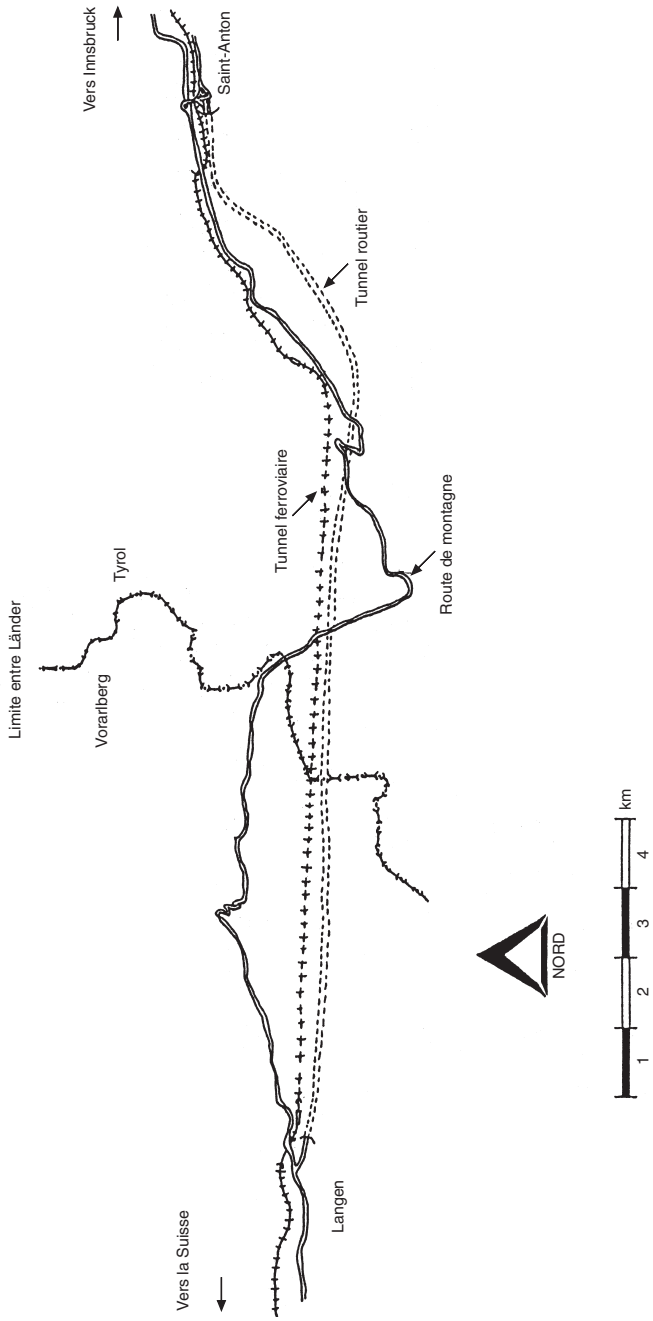
5.2. Fondements des données utilisées

L'analyse longitudinale destinée à déterminer les élasticités (voir paragraphe 5.3.) nécessite de disposer ou de pouvoir reconstituer des séries temporelles (avant et après l'ouverture du tunnel routier) aussi étendues que possible. Cette exigence s'applique aussi bien aux grandeurs à expliquer (ici, les volumes de transport exprimés en voyageurs-kilomètres pour le tunnel routier et la route de montagne), qu'aux grandeurs explicatives. Dès ce stade, il convient de noter un certain nombre de limites de grande importance :

-- Pour des raisons de disponibilité des données, la période considérée ne porte que sur la période 1970-1994 (c'est de 1970 que date l'introduction en Autriche du recensement automatique du trafic routier et 1994 est la dernière année pour laquelle on disposait d'une documentation complète à l'issue de la rédaction de cette contribution). Les données ne sont disponibles que sur une base annuelle. Bien que prises en compte dans la base de données et ayant fait l'objet de publications, les données relatives à l'année de l'ouverture du tunnel routier (1978) ainsi qu'aux deux années suivantes (1979 et 1980) n'ont pas été inclues dans les calculs, afin d'éliminer les effets du "trafic de curiosité" à court terme (voir paragraphe 4.8.).

-- L'évolution de la demande de transport ferroviaire de voyageurs, donnée peu fiable du fait de la taille de l'échantillon retenu et du mode de collecte des données, ne présente aucun lien identifiable avec l'ouverture du tunnel routier. Nous n'en tiendrons donc pas compte dans la suite de notre étude.

Figure 7. **Représentation schématique de l'exemple choisi**



5.2.1. Demande de transport de voyageurs en voitures particulières pour la route de montagne et le tunnel routier

Il convient tout d'abord de déterminer l'unité à retenir pour exprimer la "demande de transport de voyageurs". Comme indiqué dans la section 2, nous avons retenu les voyageurs-kilomètres par jour [P-km/J], considérant que seule cette dimension est adaptée à l'analyse du trafic (voyageurs) nouveau. Cela signifie néanmoins qu'il faut se détacher du mode d'examen classique, fondé sur l'unité "véhicules automobiles par jour" [Veh./J], ce qui nécessite un surcroît de travail considérable sur le plan empirique. Dans l'ensemble, si l'on part de la grandeur "intensité moyenne de trafic quotidien" avec comme unité le nombre de véhicules par jour, qui est normalement déterminée dans les statistiques habituelles du trafic routier, il convient de procéder selon les étapes suivantes :

a) Détermination du nombre moyen de véhicules empruntant la route de montagne et le tunnel routier.
b) Détermination de la part des voitures particulières dans l'ensemble des véhicules.
c) Estimation d'une distance moyenne parcourue, pour convertir le volume de trafic de voitures particulières en kilométrage effectué par ces mêmes véhicules.
d) Conversion du kilométrage quotidien effectué par les voitures particulières en prestation quotidienne de transport voyageurs. Cette opération se fonde sur le taux d'occupation des véhicules.

Point (a) : Le trafic de véhicules, mesuré aux points de comptage permanents, 99 pour la route de montagne et 81 pour le tunnel routier, provient d'annuaires statistiques de recensement automatique du trafic routier[4]. Il faut néanmoins souligner que le point de comptage 99 (route de montagne) n'existe que depuis 1977. Les années 1970 à 1976 ont donc été estimées par régression à partir des données de 1977, en se fondant sur les taux de croissance observés au point de comptage 36, qui concerne un couloir analogue. Une reconstitution du même ordre a également due être effectuée pour l'année 1989, pour laquelle on manquait également de données chiffrées relatives à la route de montagne -- apparemment pour cause de défaillance du dispositif de comptage.

Point (b) : Le calcul de la part des voitures particulières a été effectué à partir des recensements manuels normalisés à l'échelle européenne et effectués à intervalle de cinq ans. Ces recensements différencient en effet les types de véhicules. Dans le cas présent, les recensements manuels exploitables

correspondent aux années 1970, 1975, 1980, 1985 et 1990[5]. La part des voitures particulières entre les différentes années de recensement a été interpolée de manière linéaire. Les résultats figurent à la colonne 1 du Tableau 2.

Point (c) : La détermination et l'imputation de la distance parcourue représentent, à notre sens, un progrès majeur dans la façon de considérer le problème qui nous occupe. Elles constituent également un élément incontournable du concept d'élasticité auquel nous nous attachons. La prise en compte empirique de cette distance n'est devenue possible que grâce à l'élaboration de ce que l'on appelle des "toiles d'araignée de trafic", pour la route de montagne comme pour le tunnel routier. Ces "toiles d'araignée" constituent une représentation graphique des volumes de trafic (en fonction de l'origine et de la destination) pour l'ensemble des véhicules franchissant une ligne imaginaire précise à un moment donné. Cela permet également de déterminer des distances moyennes parcourues pour tous les véhicules passant par cette section transversale de référence. Sachant que ces toiles d'araignée ne peuvent être construites qu'en arrêtant les véhicules au niveau de la ligne transversale imaginaire, il s'agit d'une opération particulièrement longue et coûteuse, qui perturbe en outre le flux de trafic pendant la collecte de l'information proprement dite. Cette collecte ne peut donc être réalisée que très occasionnellement, et en ayant recours à des échantillons limités pour des jours particuliers. Dans notre exemple, les données journalières provenant de deux campagnes de collecte[6] (1979/1980[7] et 1990-1991[8]) sont reproduites au Tableau 1. A titre d'exemple, la Figure 8 représente la toile d'araignée correspondant au samedi 21 juillet 1990 pour le tunnel routier de l'Arlberg.

Figure 8. **Toile d'araignée de trafic pour le point de comptage 45 (tunnel routier de l'Arlberg) le samedi 21 juillet 1990.**

Source : Bundesministerium für wirtschaftlichen Angelegenheiten : *Strabenverkehrserhebung Verkehrsspinnen*, tome 2, fiche 1/3, Vienne, s.d.

Tableau 1. **Principaux résultats fournis par la méthode des toiles d'araignée pour la région de l'Arlberg**

Date de l'enquête	Volume du trafic : nombre des véhicules automobiles pour le transport de voyageurs* recensés à la date indiquée	Distance moyenne parcourue
Route de montagne		
31.7.79 (Mardi)	3 999	399
21.7.90 (Samedi)	9 625	420
3.10.91 (Jeudi)	2 844	317
Tunnel routier		
31.7.79 (Mardi)	4 880	474
24.4.80 (Jeudi)	2 422	339
21.7.90 (Samedi)	7 943	606
3.10.91 (Jeudi)	3 165	428

* Voitures particulières, motocyclettes et autocars (impossibles à différencier).

L'existence de trois ou quatre collectes effectuées par sondage constitue, à n'en pas douter, une base empirique particulièrement réduite pour une période de 25 ans. Cependant, c'est toujours mieux que rien, et il s'agit maintenant de tenter d'exploiter au mieux cette base réduite de données en recourant à la théorie, tout en restant conscient des limites de cette base empirique. En un mot, après quelques errements, la comparaison des différentes toiles d'araignée a montré qu'il était plausible de formuler une corrélation positive entre le volume de trafic quotidien TV et la distance moyenne parcourue W. Cette relation prend la forme suivante :

$$W = W_0 \cdot \left(\frac{TV}{TV_0} \right)^{\alpha}$$

L'indice "0" se rapporte à une situation initiale définie. On peut considérer que la grandeur α correspond à l'élasticité de la distance parcourue par rapport au volume du trafic quotidien. Dans la période qui a suivi l'ouverture du tunnel routier, cette élasticité a diminué, tout en étant nettement moindre pour la route de montagne ($\alpha = 0.1$) que pour le tunnel routier ($\alpha = 0.5$). En procédant à un calcul avec pour base les valeurs de l'année de recensement 1979 (voir colonne (2) du Tableau 2), on obtient les relations suivantes pour les années (notées j) 1979 à 1994, c'est-à-dire après l'ouverture du tunnel (ces années sont les seules pour lesquelles on dispose de statistiques pertinentes) :

Route de montagne (j = 1979 ... 1994) :

$$W_j = 375 \cdot \left(\frac{DTV_j}{DTV_{1979}} \right)^{0,1} \quad [\text{km}]$$

Tunnel routier (j = 1979 ... 1994) :

$$W_j = 350 \cdot \left(\frac{DTV_j}{DTV_{1979}} \right)^{0,5} \quad [\text{km}]$$

En conservant le même principe, on peut utiliser la formule mixte qui suit afin de déterminer la distance moyenne parcourue sur la route de montagne pour les années (j) 1970 à 1978, antérieures à l'ouverture du tunnel. On procède à un calcul avec pour base l'année 1978, à partir d'une superposition théorique des toiles d'araignée de trafic concernant la route de montagne et le tunnel routier pour l'année 1979.

Route de montagne (j = 1970 ... 1978) :

$$W_j = 338 \cdot \left(\frac{DTV_j}{DTV_{1978}} \right)^{0,3} \quad [\text{km}]$$

Les valeurs W_j ainsi déterminées sont reprises sous forme de série temporelle dans la colonne (2) du Tableau 2.

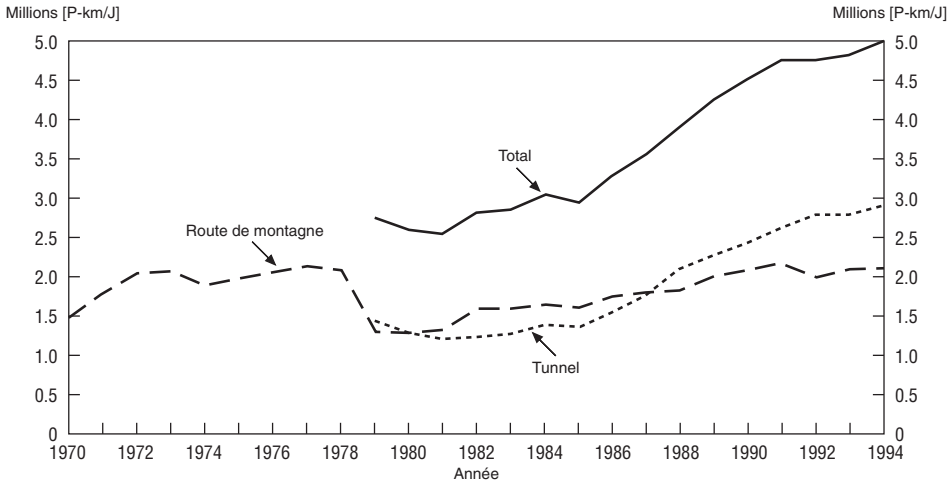
Point (d) : Il n'existe de séries temporelles concernant les taux d'occupation des voitures particulières ni pour l'exemple précis qui nous intéresse, ni pour l'ensemble du territoire autrichien. Supposant que les taux d'occupation étaient analogues, nous avons donc recouru à un indicateur de substitution, à savoir les taux d'occupation des voitures particulières en République Fédérale d'Allemagne. Ces statistiques peuvent être calculées annuellement à partir du quotient entre les volumes de transport de voyageurs en trafic individuel motorisé, y compris les taxis (et déduction faite des motocycles), et les volumes de trafic de voitures particulières y afférents[9]. Ces valeurs sont reprises à la colonne (3) du Tableau 2.

Une fois ces étapes analytiques menées à bien, il est possible de calculer la prestation quotidienne de transport par voitures particulières. Celle-ci correspond au produit du trafic de voitures particulières traversant une ligne donnée par la distance moyenne parcourue et par le taux d'occupation des voitures. Ce résultat figure à la colonne (4) du Tableau 2. L'évolution chronologique de cette grandeur majeure est par ailleurs illustrée à la Figure 9.

Tableau 2. **Evolution de la demande de transport de voyageurs par voitures particulières pour le franchissement de l'Arlberg par la route de montagne et par le tunnel routier, 1970-1994**

	Année	Trafic journalier moyen de voitures particulières [Voiture/J] (1)	Distance moyenne parcourue [km] (2)	Taux d'occupation [P/Voiture] (3)	Prestation de transport [P-km/J] (4) = (1)(2)(3)
Route de montagne	1970	2 771	307	1.747	1 485 097
	1971	3 222	321	1.740	1 799 365
	1972	3 623	332	1.708	2 057 794
	1973	3 664	334	1.698	2 075 249
	1974	3 439	327	1.681	1 891 707
	1975	3 598	332	1.650	1 969 850
	1976	3 750	336	1.631	2 054 796
	1977	3 886	340	1.621	2 138 162
	1978	3 827	338	1.600	2 070 427
	1979	2 174	**375**	1.591	1 296 406
	1980	2 182	375	1.569	1 284 699
	1981	2 259	376	1.563	1 329 002
	1982	2 658	383	1.547	1 573 416
	1983	2 682	383	1.537	1 578 574
	1984	2 813	385	1.523	1 649 099
	1985	2 731	384	1.518	1 589 895
	1986	2 982	387	1.501	1 731 718
	1987	3 130	389	1.473	1 793 384
	1988	3 176	389	1.462	1 808 316
	1989	3 502	393	1.448	1 994 280
	1990	3 591	**394**	1.464	2 073 263
	1991	3 751	396	1.460	2 168 573
	1992	3 428	392	1.459	1 963 576
	1993	3 612	395	1.459	2 079 511
	1994	3 633	395	1.459	2 092 592
Tunnel routier	1979	2 597	**350**	1.591	1 445 450
	1980	2 444	340	1.569	1 302 321
	1981	2 322	331	1.563	1 201 197
	1982	2 377	335	1.547	1 231 124
	1983	2 443	339	1.537	1 274 677
	1984	2 601	350	1.523	1 387 543
	1985	2 561	348	1.518	1 351 133
	1986	2 811	364	1.501	1 536 462
	1987	3 105	383	1.473	1 750 824
	1988	3 499	406	1.462	2 078 521
	1989	3 730	419	1.448	2 264 846
	1990	3 885	**428**	1.464	2 435 563
	1991	4 059	438	1.460	2 592 339
	1992	4 258	448	1.459	2 785 242
	1993	4 229	447	1.459	2 756 093
	1994	4 366	454	1.459	2 891 015

Figure 9. **Évolution de la prestation quotidienne de transport de voyageurs assurée par des voitures particulières pour le franchissement de l'Arlberg par la route de montagne et par le tunnel routier entre 1970 et 1994**



5.2.2. Détermination des variables indépendantes

Plusieurs déterminants s'avèrent nécessaires pour définir les grandeurs d'entrée (*inputs*) du modèle longitudinal d'élasticité correspondant à l'équation (8) :

a) les revenus des ménages ;
b) les coûts du transport directement ressentis par l'automobiliste (coûts du transport en voiture particulière) ;
c) les coûts du transport par voie ferrée.

Pour pouvoir exploiter pleinement le modèle, il faudrait disposer d'informations sur la durée du trajet selon la distance moyenne parcourue par la route de montagne et par le tunnel routier, ainsi que par voie ferrée. Hélas, nous ne disposons pas de telles informations. Nous sommes donc partis du principe suivant : on suppose que les temps de trajet (valeurs inverses des vitesses) restent globalement inchangés sur la période antérieure à l'ouverture du tunnel routier, d'une part, et sur celle consécutive à cette ouverture, d'autre part, et que l'ouverture du tunnel routier est le seul phénomène à l'origine d'une réduction de la durée du trajet ; on a également posé que le réseau ferré n'avait pas connu

de modification de la durée du trajet pour les distances et sur la période (1970-1994) considérées. Avec cette hypothèse -- approfondie au paragraphe 5.3. --, on peut se contenter d'utiliser les *inputs* indiqués plus haut.

Point (a) : Les indications relatives au revenu des ménages (de 1970 à 1994) proviennent de l'Office central autrichien des statistiques (*Österreichisches Statistisches Zentralamt*). Fournies en prix courants, ces statistiques ont ensuite été converties aux niveaux de prix de 1994 au moyen d'indices des prix à la consommation. Les résultats figurent à la colonne (1) du Tableau 5.

Point (b) : Les coûts ressentis par l'automobiliste -- et donc décisifs dans la formulation de ses choix -- correspondent en général aux coûts du carburant. Lorsqu'il existe sur un parcours donné un droit d'utilisation d'un tronçon routier (le péage du tunnel routier), celui-ci doit également entrer en ligne de compte. Plusieurs étapes sont nécessaires pour arriver à la dimension nécessaire [ATS/P-km] (ATS = schillings autrichiens).

- -- Il convient tout d'abord de calculer le prix de l'essence sous forme de série temporelle. Nous remercions ici la société ÖMV Aktiengesellschaft[10] de nous avoir fourni des informations en prix courants (moyennes annuelles des prix de ventes des différents types de carburants) à cet égard[11]. Ces informations -- une fois ramenées au niveau de prix de 1994 -- figurent à la colonne (1) du Tableau 3.
- -- Il convient ensuite de prendre en compte l'évolution temporelle de la consommation spécifique de carburant par les voitures particulières. Comme pour le taux d'occupation, l'absence en Autriche de séries temporelles du trafic de voitures particulières pondéré par le kilométrage parcouru nous a contraint à nous rabattre sur les statistiques de la République Fédérale d'Allemagne pour les moteurs à explosion[12]. Les résultats figurent à la colonne (2) du Tableau 3.
- -- Il faut enfin diviser le produit du prix de l'essence et de la consommation spécifique de carburant par le taux d'occupation, dont le calcul a été décrit plus haut et qui est indiqué à la colonne (3) du Tableau 3. Le résultat de cette division figure à la colonne (4) du Tableau 3.

Tableau 3. **Coûts de transport ressentis : transports par voiture particulière sur la route de montagne de l'Arlberg, 1970-1994 (aux prix de 1994, en termes réels)**

Année	Prix de l'essence [ATS/l] (1)	Consommation spécifique d'essence [l/100 voitures-km] (2)	Taux d'occupation du véhicule [P/voiture] (3)	Coûts ressentis du transport par voiture particulière [ATS/P-km] (4)=(1).(2)/[100.(3)]
1970	11.03	9.63	1.747	0.61
1971	10.59	10.00	1.740	0.61
1972	10.53	10.28	1.708	0.63
1973	10.70	10.00	1.698	0.63
1974	13.92	9.91	1.681	0.82
1975	13.14	10.00	1.650	0.80
1976	13.49	10.10	1.631	0.84
1977	12.76	10.20	1.621	0.80
1978	12.65	10.30	1.600	0.81
1979	12.53	10.10	1.591	0.80
1980	12.09	10.20	1.569	0.79
1981	11.61	10.20	1.563	0.76
1982	11.28	10.20	1.547	0.74
1983	11.19	10.20	1.537	0.74
1984	10.83	10.20	1.523	0.73
1985	10.74	10.20	1.518	0.72
1986	10.80	10.20	1.501	0.73
1987	10.88	10.10	1.473	0.75
1988	10.91	10.00	1.462	0.75
1989	10.85	9.80	1.448	0.73
1990	10.72	9.70	1.464	0.71
1991	10.59	9.50	1.460	0.69
1992	10.39	9.40	1.459	0.67
1993	10.22	9.40	1.459	0.66
1994	10.12	9.30	1.459	0.64

-- Comme nous l'avons indiqué, il faut également tenir compte des droits de péage pour le tunnel routier. Toute voiture particulière empruntant ce tunnel doit en effet acquitter un tel droit, indépendamment du nombre de passagers. Il existe à cet égard des réductions et rabais pour

trajets fréquents -- applicables en cas de migration alternante, par exemple. En nous fondant sur les indications de la société autrichienne exploitant les routes alpines[13] ainsi que sur les tarifs recensés dans les différents rapports annuels de cette société, nous avons ainsi pu calculer un droit de péage moyen par trajet en voiture particulière, en fonction de l'ensemble des tarifs applicables à cette catégorie de véhicules. Ce calcul a été effectué sous forme de série temporelle, aux prix courants. Il a donc ensuite fallu les ramener à un niveau de prix unique (1994, voir colonne (1) du Tableau 4). Pour arriver à la dimension recherchée, ces valeurs doivent encore être divisées par le taux d'occupation (déjà calculé et figurant à la colonne (2) du Tableau 4) et par la distance moyenne parcourue (ces deux grandeurs ont déjà été calculées et figurent aux colonnes (2) et (3) du Tableau 4). Le résultat apparaît à la colonne (4) du Tableau 4 (on est frappé de constater que cette grandeur, une fois rapportée à un P-km, a diminué d'un tiers en 15 ans en termes réels).

Tableau 4. **Coûts supplémentaires (péage) ressentis de transport par voiture particulière sur le tunnel routier de l'Arlberg, 1970-1994 (aux prix de 1994, en termes réels)**

Année	Droit de péage par trajet en voiture particulière (1)	Taux d'occupation du véhicule (2)	Distance moyenne parcourue (3)	Coûts de péage [ATS/P-km] (4) = (1)/[(2).(3)]
1979	162.36	1.591	**350**	0.29
1980	159.25	1.569	340	0.30
1981	173.03	1.563	331	0.33
1982	158.83	1.547	335	0.31
1983	151.82	1.537	339	0.29
1984	144.69	1.523	350	0.27
1985	138.25	1.518	348	0.26
1986	135.56	1.501	364	0.25
1987	131.84	1.473	383	0.23
1988	129.03	1.462	406	0.22
1989	131.33	1.448	419	0.22
1990	133.62	1.464	**428**	0.21
1991	133.00	1.460	438	0.21
1992	130.35	1.459	448	0.20
1993	127.26	1.459	447	0.20
1994	123.68	1.459	454	0.19

Point (c) : Pour déterminer les coûts kilométriques du transport par voie ferrée, il importait là encore de connaître les distances moyennes parcourues par les voyageurs franchissant l'Arlberg en train, afin de tenir compte de la dégressivité des tarifs. Or, malgré des efforts intenses, aucune information n'a pu être collectée sur cet aspect. Nous nous sommes donc fondés successivement sur des distances moyennes parcourues par voie ferré de 150 kilomètres et de 300 kilomètres. Les tarifs ont été tirés des indicateurs des chemins de fer autrichiens pour les années considérées. Notre comparaison s'est par ailleurs fondée sur un seul cas normalisé : celui d'un trajet en train express, payé plein tarif en deuxième classe. En cas de révision du tarif en cours d'année, on a procédé à une pondération en fonction du nombre de jours antérieurs et postérieurs au changement. Il a fallu, là encore, ramener les coûts de transport par voie ferrée au niveau de prix de 1994, au moyen d'indices de prix à la consommation. Les résultats sont indiqués aux colonnes (2) (trajet de 150 kilomètres) et (3) (trajet de 300 kilomètres) du Tableau 5.

Tableau 5. **Autres facteurs déterminant la demande de transport de voyageurs, 1970-1994 (aux prix de 1994, en termes réels)**

Année	Revenu des ménages autrichiens [milliards ATS/an] (1)	Tarif 2e classe pour un trajet de 150 km en train express [ATS/p-km] (2)	Tarif 2e classe pour un trajet de 300 km en train express [ATS/p-km] (3)
1970	693.16	1.59	1.41
1971	740.87	1.52	1.34
1972	763.86	1.80	1.57
1973	787.91	1.74	1.51
1974	816.23	1.59	1.38
1975	855.05	1.46	1.28
1976	911.95	1.36	1.19
1977	917.27	1.37	1.21
1978	942.66	1.49	1.33
1979	991.18	1.54	1.39
1980	998.08	1.45	1.31
1981	983.26	1.52	1.42
1982	1 025.29	1.52	1.36
1983	1 054.66	1.50	1.32
1984	1 051.88	1.53	1.34
1985	1 078.24	1.51	1.33
1986	1 131.91	1.49	1.30
1987	1 182.89	1.47	1.29
1988	1 210.45	1.41	1.32
1989	1 266.09	1.37	1.29
1990	1 324.53	1.33	1.24
1991	1 370.86	1.32	1.23
1992	1 382.73	1.31	1.21
1993	1 384.50	1.33	1.23
1994	1 443.32	1.44	1.25

5.3. Calcul des élasticités par rapport aux revenus et par rapport aux coûts directs au moyen d'une analyse longitudinale.

Comme nous l'avons laissé entendre au paragraphe 5.2.2, l'analyse longitudinale a pour objet de séparer les effets dus à l'évolution des revenus et des coûts de transport de l'effet supposé de trafic nouveau, dû à l'augmentation

de la vitesse de transport. On suppose à cet égard qu'à l'exception de la mise en service du tunnel routier lui-même, aucune mesure ayant pour effet une augmentation sensible de la vitesse n'a été appliquée pendant la période considérée. En termes mathématiques, cela signifie que dans l'équation (8), les facteurs peuvent être déterminés avec des élasticités-temps ramenées à 1, dès lors que l'on fait abstraction du point de discontinuité, correspondant à la mise en service du tunnel routier, lors de la comparaison de deux états (années) consécutifs. Appliquée au problème qui nous intéresse, l'équation (8) prendrait la forme suivante, la grandeur N_p correspondant à la prestation de transport de voyageurs utilisant des voitures particulières.

$$N_{P,j+1} = N_{P,j} \cdot \left(\frac{E_{j+1}}{Ej} \right)^{\varepsilon_E} \cdot \left(\frac{K_{P,j+1}}{K_{P,j}} \right)^{\varepsilon_{K,P}} \cdot \left(\frac{K_{B,j+1}}{K_{B,j}} \right)^{e_{K,B}} \qquad (9)$$

L'indice j peut s'appliquer à trois situations, caractérisées chacune par un nombre n d'équations correspondant aux différentes années examinées :

a) Route de montagne, de j = 1970 à j = 1976 (n = 7)
b) Route de montagne, de j = 1981 à j = 1993 (n = 13)
a) Tunnel routier, de j = 1981 à j = 1993 (n = 13)

Pour chacun de ces ensembles, ainsi que pour les réunions de ces trois ensembles, il est possible, à partir du logarithme de l'équation (9), d'estimer les élasticités inconnues ε_E, $\varepsilon_{K,P}$ et $e_{K,B}$ par une régression linéaire. Les seules élasticités croisées retenues, avec un niveau de signification supérieur ou égal à 90 pour cent et avec également le signe approprié, sont celles indiquées au Tableau 6 qui fait intervenir deux distances de transport différentes par voie ferrée (W = 150 ou 300 kilomètres, voir paragraphe 5.2.2.).

Tableau 6. **Constellations d'élasticités significatives (où R^2 = degré de précision)**

		Élasticités directes ε		Élasticités croisées e		
N°	Situation	Revenu	Coûts de transport en voiture particulière	Coûts de transport par voie ferrée (distance = 150 km)	Coûts de transport par voie ferrée (distance = 300 km)	R^2
1	(a)	1.810	-0.542	-	-	0.649
2	(a)	2.185	-0.459	0.592	-	0.862
3	(a)	2.214	-0.445	-	0.629	0.867
4	(a)+(b)+(c)	1.531	-0.468	-	-	0.522
5	(a)+(b)+(c)	1.865	-0.366	-	0.616	0.599

5.4. Estimation de la prestation de transport nouveau et vérification de la "loi du budget temps de trajet constant"

En s'aidant des élasticités estimées au paragraphe 5.3., il est maintenant possible d'estimer, à partir de la demande de transport sur la route de montagne pour l'année 1977 ($N_{pa}\beta_{,\ 1977}$), la demande fictive de transport qui se serait probablement manifestée sur cette route de montagne en 1981 ($N_{Pa}\beta_{,\ 1981,\ fictif}$) si l'ouverture du tunnel routier n'avait pas eu lieu. Le problème se pose alors de savoir quelles valeurs choisir parmi celles du Tableau 6. Nous avons décidé d'exclure les valeurs 2, 3 et 5. En effet, dans ces cas, les élasticités croisées par rapport aux coûts de transport par voie ferrée sont supérieures aux élasticités directes par rapport aux coûts de transport par voiture particulière, ce qui ne semble guère plausible. Parmi les valeurs restantes, nous avons choisi la première parce qu'elle présente un degré de précision supérieur à la quatrième et qu'elle résulte en outre d'une extrapolation à partir de la situation (a) (c'est-à-dire de 1977). Ce choix donne lieu à la formule suivante :

$$N_{P\alpha\beta,1981,\,fictif} = N_{P\alpha\beta,1977} \cdot \left(\frac{E_{1981}}{E_{1977}}\right)^{1,810} \cdot \left(\frac{K_{P,1981}}{K_{P,1977}}\right)^{-0,542} = 2,493\ mio\ \ P-km/J$$

Il s'agit ensuite de comparer ce résultat aux deux valeurs réelles de demande de transport concernant la route de montagne et le tunnel routier en 1981. Cette opération est représentée à la Figure 10. A partir des hypothèses

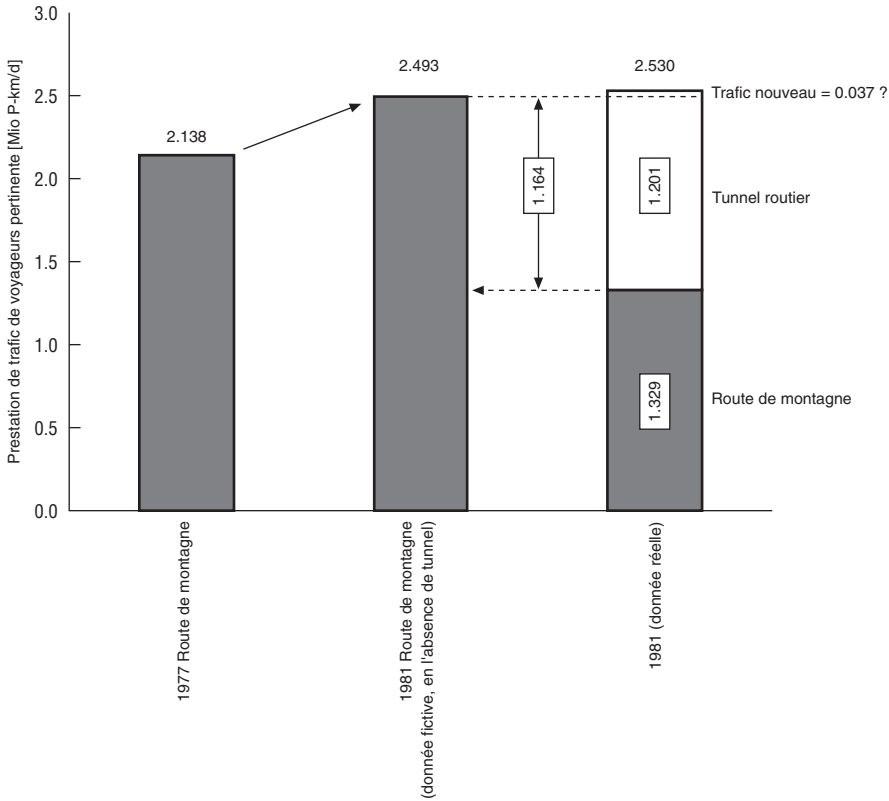
énoncées plus haut et en supposant qu'il n'y ait eu **aucun transfert** à partir d'autres itinéraires routiers (hormis la route de montagne) ou d'autres modes de transport, on peut alors déterminer le transport nouveau en voitures particulières comme étant la différence représentée à la Figure 10 : 1.201 - 1.164 = 0.037 million de P-km/J. La part du transport nouveau définie conformément à l'équation (1) serait alors la suivante :

$$v_n = 100 \cdot \frac{1{,}201 - 1{,}164}{1{,}164} = 3{,}18\%$$

A partir de ce résultat, il faut enfin tenter de reconstituer une élasticité-temps à partir du passage du système **sans** tunnel routier au système **avec** tunnel pour l'année 1981. Cette opération doit notamment permettre de vérifier la "loi du budget temps de trajet constant".

On part pour cela des considérations suivantes : on estime à 331 kilomètres la distance moyenne parcourue par une voiture particulière empruntant le tunnel en 1981 (voir Tableau 2). On suppose ensuite que la vitesse moyenne des voitures particulières sur les 16 kilomètres de tunnel est de 80 km/h, qu'elle atteint environ 70 km/h sur les voies d'accès et de dégagement, relativement escarpées et ne présentant pas de caractéristiques autoroutières, qui représentent au total 80 kilomètres, et qu'elle est de 90 km/h sur le reste du parcours (331 - 16 - 80 = 235 kilomètres), qui s'effectue en terrain plat, sur des tronçons en grande partie aménagés selon des normes autoroutières. Sur l'ensemble du parcours, la vitesse moyenne est donc V = 83.7 km/h. La situation dans le cas d'un parcours (origine-destination) identique passant par la route de montagne (mêmes données, à ceci près que les 16 kilomètres de tunnel à 90 km/h sont remplacés par 20 kilomètres de route de montagne à 50 km/h) donne une vitesse moyenne V_0 = 80.6 km/h.

Figure 10. **Évaluation du transport nouveau dû à l'ouverture du tunnel routier de l'Arlberg pour la première année consécutive à la disparition présumée du trafic de curiosité (1981)**



En utilisant la forme fondamentale suivante dérivée de l'équation (5) :

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\varepsilon_T}$$

et en se fondant sur l'égalité : $T : T_0 = V_0 : V$

et la formule : $\frac{N}{N_0} = 1 + v_n$

il est possible de calculer l'élasticité-temps selon la formule suivante :

$$\varepsilon_T = -\ln(1 + v_n) / \ln(V / V_0)$$

Sur la base des valeurs de notre exemple, la valeur de ε_T est donc la suivante :

$$\varepsilon_T = -\ln(1 + 0{,}0318) / \ln(83{,}7 / 80{,}6) = -0{,}829$$

Cette valeur étant supérieure à - 1, elle ne répond pas à la "loi du budget temps de trajet constant" qui, comme nous l'avons vu au paragraphe 4.7., nécessite d'obtenir exactement la valeur - 1. La valeur de ε_T = - 0.829 indique que seule une partie, et non la totalité du gain de temps réalisé grâce au tunnel, est reconvertie en prestation de transport.

5.5. Discussion, interprétation et relativisation des résultats

Les résultats décrits au paragraphe 5.4. sont séduisants en ceci qu'ils s'intègrent assez bien dans la perspective axée principalement sur les aspects économiques, de la science des transports aujourd'hui. Cependant, la satisfaction que procure la plausibilité des résultats ne menace-t-elle pas de faire oublier les maintes suppositions, les nombreux vides statistiques comblés par des expériences analogues, les multiples simplifications et même le caractère globalement peu solide de la base empirique utilisée ? Nous souhaitons donc dans les paragraphes suivants -- comme il sied à un travail scientifique sérieux -- endosser le rôle de notre propre avocat du diable en développant nos propres doutes et objections et, ainsi, remettre nos propres résultats en question. Cette opération répond également à une préoccupation prophylactique : elle doit, d'une part, éviter que les lobbyistes auxquels nos résultats agréent particulièrement s'en servent pour justifier leurs démarches politiques et, d'autre part, couper l'herbe sous le pied des autres lobbyistes, ceux dont les idées sont incompatibles avec les résultats que nous avons obtenus, en faisant en sorte d'énoncer nous-mêmes nos contre-arguments :

-- La modélisation de comportements décisionnels, tels que le choix d'un itinéraire ou d'un mode de transport, devrait être axée sur des caractéristiques individuelles (le revenu d'un ménage donné dont les membres entreprennent un voyage, par exemple) et non sur des données agrégées, collectées de manière macroscopique (le revenu de l'ensemble des ménages autrichiens). On ne cesse d'être confronté à

un dilemme : faut-il n'utiliser que des agrégats macroscopiques ou des valeurs moyennes, au lieu de se fonder sur les données microscopiques pertinentes en termes de décision ? (Cela s'applique notamment aux taux d'occupation des voitures particulières et à la consommation spécifique de carburant, pour lesquels il a en outre fallu recourir à des analogies avec l'étranger).

-- La base empirique pour la détermination des distances moyennes parcourues laisse beaucoup à désirer.

-- Comme on l'a montré à la section 4, le concept d'élasticité tel que formulé dans l'équation (8) représente un cas particulier calculable parmi un nombre infini d'autres modélisations possibles. De plus, l'on ne sait pratiquement rien sur la forme concrète des fonctions de demande ni, surtout, sur leur transférabilité.

-- Il faut donc interpréter avec prudence les estimations réalisées par régression concernant les diverses élasticités rassemblées au Tableau 6 pour différentes équations. Si, au lieu des valeurs n° 1 (choisie pour de bonnes raisons), on avait, par exemple, retenu les valeurs n° 4, la part du trafic nouveau aurait été, toutes choses étant égales par ailleurs, de 8.49 pour cent (au lieu de 3.18 pour cent). Si l'on avait retenu les valeurs 2, 3 ou 5 (tenant compte de l'élasticité croisée par rapport aux coûts de transport par voie ferrée), la part du trafic nouveau aurait alors été nettement **négative** (variant de - 13 pour cent à près de - 20 pour cent).

-- La part du trafic nouveau telle que calculée au paragraphe 5.4. est déformée par le fait qu'un droit de péage est perçu dans le tunnel routier, et non sur la route de montagne. En d'autres termes, on peut supposer que la fréquentation du tunnel serait beaucoup plus importante en l'absence de ce péage et que c'est cette valeur supérieure qu'il conviendrait en fait d'utiliser pour le calcul du trafic nouveau. Il serait même possible de calculer cette valeur en se fondant sur les coûts de transport et l'élasticité correspondante modifiés en conséquence. Cependant, le résultat serait parfaitement trompeur dans le cadre d'une interprétation du trafic nouveau. En effet, sachant qu'à l'exception d'une part, du trafic en provenance ou à destination du col et, d'autre part, du trafic d'excursion, correspondant aux automobilistes qui veulent profiter de la vue offerte par la route de montagne lorsque le temps s'y prête, la suppression du péage ferait

qu'il n'y aurait aucune raison apparente de **ne pas** utiliser le tunnel routier ; il s'agirait alors essentiellement d'un trafic détourné de la route de montagne, que le modèle d'élasticité ne peut permettre d'isoler en tant que tel. Une possibilité de développement du modèle consisterait alors à calculer l'ensemble des éléments du modèle séparément pour la route de montagne (en tant que "bien de consommation concurrent" du tunnel routier) avec prise en compte d'un facteur présentant une élasticité croisée (inconnue) par rapport aux coûts du tunnel routier. Seule la différence résiduelle entre les deux modélisations devrait alors être interprétée comme représentant le trafic nouveau.

-- En dehors de l'alternative, relativement aisée à prendre en compte (parce que située à proximité), constituée par la route de montagne de l'Arlberg, aucun autre itinéraire routier de rechange (à plus longue distance) n'a pu être envisagé. Les estimations se limitent donc au cas (C) de la Figure 2.

-- Sur les distances de transport correspondant aux trajets des utilisateurs du tunnel (en moyenne entre 300 et 400 kilomètres), les infrastructures ont régulièrement fait l'objet d'améliorations modestes ou importantes (accroissant l'attractivité de ces infrastructures) pendant la période d'observation. Cependant, il est impossible de déterminer les effets de ces améliorations sur le temps de trajet (des traces d'élasticités-temps se cachent probablement dans les élasticités par rapport aux coûts de transport en voiture particulière estimées par régression).

-- Comme le montrent les estimations du paragraphe 5.4., nous avons affaire à des différences très faibles -- et donc sensibles -- des grandeurs calculées. Il faut toujours procéder à des calculs aussi précis que possible (même le calcul le plus précis ne peut néanmoins compenser l'imprécision des données, mais seulement empêcher d'accroître encore davantage l'imprécision des résultats).

6. CONCLUSIONS

Nos considérations théoriques, tout comme notre tentative de donner une base empirique à la problématique du “trafic nouveau lié aux infrastructures”, permettent de tirer les conclusions suivantes :

-- Du point de vue des principes économiques, il est rationnel de penser que les infrastructures induisent du trafic. Pour s’en assurer, il suffit de considérer qu’il n’y aurait pas de trafic s’il n’existait aucune infrastructure de transport.

-- Néanmoins, l’expression “les routes nouvelles **produisent** un trafic nouveau” procède d’un état d’esprit entièrement faussé, qui amène notamment une dépersonnalisation et une attribution erronée de responsabilité ; les routes nouvelles **permettent** un trafic nouveau qui, aujourd’hui comme hier, est “produit” par nous autres individus.

-- La “loi du budget temps de trajet constant” correspond à un cas tout à fait particulier des fonctions de demande de transport dans lequel tous les déterminants envisageables doivent être maintenus constants hormis le temps de parcours. Le concept des “coûts généralisés” (coûts financiers directs + coût en temps) est par principe inconciliable avec la “loi du budget temps de trajet constant”.

-- Même les estimations empiriques présentées ici ne permettent pas de formuler de jugements clairs sur l’ampleur de l’élasticité-temps de la demande de transport. Nous avons certes retenu, dans notre exemple, une élasticité-temps d’environ - 0.8, mais cette valeur est entachée de nombreuses incertitudes, comme le montre le paragraphe 5.5.

-- Une question importante liée au débat économique sur le trafic nouveau nous amène dans la sphère philosophique. Procédons par analogie. Si le prix du bien de consommation “pomme” baisse, la théorie économique nous apprend que, toutes choses étant égales par ailleurs, la consommation de pommes augmentera. Mais encore ? Est-ce que la consommation de poires et/ou de prunes va diminuer ? Peut-être la consommation totale de fruits (= pommes + poires + prunes) va-t-elle rester inchangée, l’augmentation de la demande de pommes étant compensée par une moindre consommation de poires et de prunes. L’analogie tunnel

routier = pommes, route de montagne = poires, et voie ferrée = prunes est-elle valable ? Ou bien est-ce plutôt celle entre tunnel routier et pommes d'une variété, route de montage et pommes d'une autre variété et voie ferrée et pommes d'une autre variété encore ? Le trafic nouveau correspond-il à davantage de pommes d'une variété donnée ou à davantage de pommes toutes variétés confondues, ou encore à davantage de fruits ? Ou peut-être encore à une baisse de la consommation de fruits ?

Ces conclusions devraient être comprises comme une composante essentielle de la présente contribution. Leur formulation doit garantir que les résultats ne soient pas utilisés à mauvais escient, à des fins idéologiques.

7. RÉSUMÉ

Le trafic nouveau dû aux infrastructures nouvelles fait depuis quelques années l'objet de jugements et d'évaluations très controversés dans le cadre de la politique des transports. Par ailleurs, cette question n'a fait l'objet que d'un nombre très réduit de travaux méritant le qualificatif de "scientifiques". Dans cette situation, il faut se féliciter que la CEMT ait décidé de se pencher sur ce sujet et de lui consacrer cette Table Ronde.

Notre contribution n'a pas pour ambition de présenter un modèle de calcul du trafic nouveau prétendant à l'universalité (ce qui est à peu près aussi impossible que de résoudre la quadrature du cercle), mais :

- -- d'introduire une terminologie claire et précise,
- -- d'établir, à partir de cette terminologie, un concept théorique clair susceptible de prendre en compte et d'interpréter les aspects techniques et économiques, et
- -- d'appliquer ce concept de manière empirique à une étude de cas.

Ce concept théorique se fonde sur des élasticités de la demande de transport par rapport aux revenus, aux coûts de transport et au temps, et montre les relations existant entre fonctions de demande, élasticités et élasticités croisées. La "loi du budget temps de trajet constant" fait alors figure de cas

particulier (et plutôt improbable) d'un nombre potentiellement infini de fonctions de demande, cas dans lequel **seul** le temps de parcours apparaît comme une variable indépendante.

Dans l'étude de cas choisie, il a tout d'abord fallu dégager les influences du revenu et des coûts de transport, au moyen d'analyses longitudinales, pour pouvoir interpréter ensuite en tant que trafic nouveau lié aux infrastructures nouvelles le surcroît résiduel de demande de transport résultant d'un accroissement singulier et important de l'attractivité de l'offre (ouverture du tunnel routier de l'Arlberg, le 1er décembre 1978). On s'est ensuite efforcé de reconstituer une élasticité-temps à partir du résultat obtenu, afin d'aboutir de cette manière à une interprétation économique de ce trafic nouveau.

Les considérations finales constituent une partie essentielle de cette contribution, correspondant à un souci majeur des auteurs. D'où une relativisation autocritique de la portée des résultats et, partant, un faisceau de conclusions que l'on devra garder à l'esprit au moment d'aborder cette question à l'avenir.

NOTES

1. Léonard de Vinci : *Traktat von des Malerei* [Traité de peinture], Partie I, Fascicule 1, n° 6 (édition allemande : Jena, 1909, p.5).

2. Arnold, T. *et al.* : *Umweltwirkungen von Verkehrsbehinderungen und verkehrsflubfördernden Mabnahmen im Strabenverkehr.* Studie des Instituts für Verkehrsplanung und Strabenverkehr der Technischen Universität Dresden im Auftrag des Amtes für Umweltschutz der Stadt Dresden, Dresden, 1995, S.30. [Traité des effets sur l'environnement des obstacles au trafic et des mesures facilitant les flux de circulation sur le réseau routier. Étude de l'Institut de planification du trafic et de la circulation routière de l'Université technique de Dresde pour le Département de la protection de l'environnement de la ville de Dresde, Dresde, 1995, p. 30.]. Les informations ne se rapportent qu'aux mesures visant à modifier l'attractivité des routes, mais elles peuvent également être en partie généralisées.

3. Würdermann, G. : *Neuverkehr - die unbekannte Gröbe* [Trafic nouveau - la grandeur inconnue], Internationales Verkehrswesen, 35 (1983), n° 6, pp. 403-408.

4. Bundesministerium für Bauten und Technik et (à partir de 1986) Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (éditeurs) : *Auswertung und Darstellung der Ergebnisse der automatischen Strabenverkehrszählung*, (années 1970 et suivantes), Vienne, 1971 et années suivantes.

5. Österreichisches statistisches Zentralamt (éditeur) : *Strabenverkehrszählung 1970, 1975, 1980, 1985.* Beiträge zur österreichischen Statistik, fascicule 281 (Vienne, 1972), 339 (Vienne, 1973), 543 (Vienne, 1979), 750 (Vienne, 1985) et 865 (Vienne, 1987). Les résultats des comptages concernant 1990 n'ont pas été publiés, mais fournis par l'Office statistique central autrichien sous forme de listing.

6. Dans ces deux campagnes de collecte, les coupes transversales définies par les points de comptage portent les numéros 45 (tunnel routier) et 46 (tunnel routier).

7. Bundesministerium für Bauten und Technik (éditeur) : *Strabenverkehrserhebung Verkehrsspinnen*, Vienne, s.d.

8. Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (HRSG.): *Straßenverkehrserhebung Verkehrsspinnen*, Vienne, o.J.

9. Pour la période 1975-1994 (partie Ouest de l'Allemagne uniquement) : Bundesverkehrsministerium (éditeur) : *Verkehr in Zahlen 1995*, pp. 158-159 et 214-215, Bonn, 1995. Pour les années 1970 à 1974, les tableaux correspondants ont été tirés de l'édition 1991 du même ouvrage, en tenant compte de la révision a posteriori des séries temporelles en question.

10. ÖMV Aktiengesellschaft : *Jahresdurchschnittspreise für Treibstoffe,* Vienne, communication du 11 janvier 1996.

11. Pour simplifier, on part du principe que toutes les voitures particulières consomment de l'essence.

12. Pour la période 1975-1994 : Bundesverkehrsministerium (éditeur) : *Verkehr in Zahlen 1995*, pp. 286-287, Bonn, 1995. Pour les années 1970 à 1974, les tableaux correspondants ont été tirés de l'édition 1991 du même ouvrage, en tenant compte de la révision a posteriori des séries temporelles en question.

13. Alpen Strassen Aktiengesellschaft, communication du 7 février 1996, Innsbruck.

CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS (CEMT)

La Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) est une organisation intergouvernementale, créée par un Protocole signé à Bruxelles le 17 octobre 1953. La CEMT constitue un forum de coopération politique au service des Ministres responsables du secteur des transports, plus précisément des transports terrestres ; elle leur offre notamment la possibilité de pouvoir discuter, de façon ouverte, de problèmes d'actualité concernant ce secteur et d'arrêter en commun les principales orientations en vue d'une meilleure utilisation et d'un développement rationnel des transports européens d'importance internationale.

Dans la situation actuelle, le rôle de la CEMT consiste surtout à :

- faciliter la mise en place d'un système paneuropéen intégré des transports qui soit économiquement et techniquement efficace, dont les performances relatives à la sécurité et à la protection de l'environnement correspondent aux plus hautes exigences possibles et dont la dimension sociale occupe pleinement la place qu'elle mérite ;
- aider également à l'établissement d'un pont, sur le plan politique, entre l'Union Européenne et les autres pays du continent européen.

Le Conseil de la Conférence réunit les Ministres des Transports des 39 pays suivants qui sont Membres à part entière de la Conférence : Albanie, Allemagne, Autriche, Azerbaïdjan, Bélarus, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Danemark, Ex-République Yougoslave de Macédoine (E.R.Y.M.), Espagne, Estonie, Fédération de Russie, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Moldova, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République slovaque, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie et Ukraine. Cinq pays ont un statut de Membre associé (Australie, Canada, États-Unis, Japon, Nouvelle-Zélande) et trois, un statut de Membre observateur (Arménie, Liechtenstein et Maroc).

Les travaux du Conseil sont préparés par un Comité des Suppléants, composé de hauts fonctionnaires représentant les Ministres. Ce comité est assisté dans sa tâche par des groupes de travail auxquels sont confiés des mandats spécifiques.

Parmi les questions étudiées présentement au sujet desquelles les Ministres sont appelés à prendre des décisions, on peut citer l'élaboration et la mise en oeuvre d'une politique paneuropéenne des transports, l'intégration des pays d'Europe centrale et orientale dans le marché européen des transports, les questions spécifiques liées aux transports par chemins de fer, par routes et par voies navigables, les transports combinés, les transports et l'environnement, les coûts sociaux des transports, les tendances en matière de transports internationaux et les besoins en infrastructures, les transports pour les personnes à mobilité réduite, la sécurité routière, la gestion du trafic, l'information routière et les nouvelles technologies de communication.

Des analyses statistiques concernant l'évolution des trafics, des accidents de la route et des investissements sont publiées chaque année et permettent de connaître la situation du secteur des transports dans les différents pays européens.

Dans le cadre de ses activités scientifiques, la CEMT organise régulièrement des Symposiums, des Séminaires et des Tables Rondes sur des sujets relevant de l'économie des transports. Les résultats de ces travaux sont examinés par les instances appropriées de la Conférence, sous l'autorité du Comité des Suppléants, et servent de base à l'élaboration de propositions de décisions politiques à soumettre aux Ministres.

Le service de Documentation de la CEMT est l'un des principaux centres mondiaux de collecte d'informations dans le secteur des transports. Il alimente notamment une base de données TRANSDOC disponible sur CD-ROM ou accessible via les réseaux de télécommunications.

Le Secrétariat de la CEMT est rattaché administrativement au Secrétariat de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).

Also available in English under the title:
INFRASTRUCTURE-INDUCED MOBILITY

Des informations plus détaillées sur la CEMT sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante :
http://www.oecd.org/cem/

© CEMT 1998 – *Les publications de la CEMT sont diffusées par le Service des Publications de l'OCDE,*
2, rue André-Pascal, F-75775 PARIS CEDEX 16, France

ESPAGNE

José Maria MENÉNDEZ
Universidad Politecnica de Madrid
Madrid
Espagne

NOUVELLES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT DANS LE COULOIR DE CIRCULATION MADRID-SÉVILLE. ANALYSE DE CERTAINS EFFETS CONCERNANT LE TRAFIC INDUIT

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 67

2. LE CONCEPT DE TRAFIC GÉNÉRÉ 68

3. ANALYSE RÉTROSPECTIVE : LA LIAISON MADRID-SÉVILLE-CADIX LORS DE L'APPARITION DU CHEMIN DE FER 69

   3.1. Durée des trajets 70
   3.2. Places disponibles 71
   3.3. Tarifs 72

4. CONSIDÉRATIONS TERRITORIALES -- OFFRE D'INFRASTRUCTURES ET DE SERVICES 74

   4.1. Liaison ferroviaire à grande vitesse 74
   4.2. L'autoroute Madrid-Séville-Huelva et Séville-Cadix 77
   4.3. Transport routier public 78
   4.4. Infrastructures et services aéroportuaires 79

5. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DU TRAFIC 80

   5.1. Trafic privé 81
   5.2. Transport ferroviaire 83
   5.3. Autocars 88
   5.4. Trafic aérien 92

6. ÉVOLUTION DES TARIFS DES TRANSPORTS PUBLICS..... 96

6.1. Transport ferroviaire..... 96
6.2. Transport aérien..... 100
6.3. Autocars..... 100

7. ANALYSE DE L'EFFET D'INDUCTION..... 101

7.1. Opinion des utilisateurs de l'AVE..... 101
7.2. Offre et induction 107
7.3. Tarification et induction 109
7.4. Trajets plus rapides et induction..... 110

8. CONCLUSIONS..... 112

BIBLIOGRAPHIE..... 114

Madrid, mars 1996

1. INTRODUCTION

L'objectif de ce rapport est d'analyser certains aspects liés au trafic généré au niveau de deux infrastructures récemment construites : l'autoroute d'Andalousie (*Autovía*) et la liaison ferroviaire à grande vitesse reliant Madrid à Séville. L'objectif n'est pas de définir un modèle qui permette de prévoir le trafic à venir en fonction de certains paramètres considérés comme importants, mais plutôt d'analyser le processus naissant de la transformation du couloir de circulation Madrid-Séville, datant de 1992, à partir des données disponibles concernant les divers moyens de transport qui coexistent.

A cette fin, notre intention est de rassembler autant d'informations que possible sur cette période, ce qui, comme on peut l'imaginer, est parfois très difficile car, dans le processus actuel de libéralisation du marché, certaines données ont une incidence directe sur la stratégie de marché des entreprises exploitantes. Par ailleurs, les données concernant les transports privés sont obtenues indirectement car l'administration espagnole ne procède pas à des enquêtes systématiques (origine-destination) pour le transport routier de voyageurs.

Ce rapport se fonde principalement sur les données suivantes :

- le nombre de voyageurs pour chaque mode de transport public (chemin de fer, avion, autocar) sur les liaisons les plus importantes du tronçon étudié, pour la période 1992-1995 ;
- l'évolution des tarifs et de l'offre pour les mêmes liaisons et la même période ;
- l'évolution de l'intensité du trafic au niveau de points-clés à l'intérieur du réseau routier lié au couloir de circulation ;
- les résultats significatifs liés à l'induction du trafic, déduits d'enquêtes périodiques menées par le réseau national des chemins de fer espagnols, RENFE, auprès des voyageurs utilisant l'AVE (train à grande vitesse).

2. LE CONCEPT DE TRAFIC GÉNÉRÉ

Les concepts “d’effet de substitution” et “d’effet généré” sont apparemment nettement différenciés, mais apparaissent toujours, exprimés en valeurs chiffrées, *cachés* dans les résultats qui indiquent la demande totale satisfaite par les différentes entreprises proposant tel ou tel service.

Traditionnellement, les différents modes de transport étaient imprégnés d’une certaine complémentarité si bien que, selon des paramètres tels que le revenu, le motif du déplacement ou la distance parcourue, chaque voyageur décidait d’utiliser un seul moyen de transport. Ces dernières années, cette doctrine semble être devenue obsolète, notamment en Europe, en particulier en raison de la présence de liaisons ferroviaires à grande vitesse et d’une importante réduction des tarifs des billets d’avion, conséquence de la libéralisation de la structure des prix proposée par Bruxelles.

Les autoroutes, les liaisons ferroviaires à grande vitesse et les transports aériens se font actuellement concurrence à l’intérieur de larges zones dont les limites restent à préciser, mais qui englobent dans le même temps la plupart des relations que nous étudions ici.

Pour les besoins de notre analyse, nous définissons la “demande générée” comme une augmentation du trafic sur une relation déterminée, résultant de l’apparition de certains éléments nouveaux dans l’infrastructure ou dans les services qui y sont fournis, sous réserve que cette augmentation n’est, ni due au fait que les voyageurs changent simplement de mode de transport, ni à une raison subjective empêchant l’utilisation d’autres moyens de circulation.

Une analyse globale montre clairement que ce concept inclut deux éléments distincts à prendre en compte : d’une part, ce qui n’est qu’une augmentation du nombre de voyageurs, c’est-à-dire des personnes qui, dans des circonstances différentes, ne voyageraient pas (même si elles le pouvaient), et qui voyagent à présent, dans les nouvelles conditions ; d’autre part, l’augmentation de la mobilité, c’est-à-dire du nombre de passagers qui effectuent davantage de trajets que d’ordinaire en raison des nouvelles conditions.

Dans le cadre d’une étude fondée sur des séries chronologiques, ces définitions pourraient être complétées en distinguant le trafic généré à court et moyen terme, d’une part, et le trafic généré à long terme, d’autre part. Le

premier se rattacherait strictement aux nouvelles caractéristiques de l'offre et tendrait à disparaître après une période qui reste à déterminer, mais qui serait probablement inférieure à 6 ans.

Le second pourrait en revanche évoluer à très long terme et serait lié à des considérations telles que la création indirecte d'emplois, le développement de nouvelles entreprises ou une nouvelle répartition des zones habitées.

Il semble évident que les nuances que nous avons essayé d'établir jusqu'à présent, sont particulièrement difficiles à analyser, particulièrement si nous essayons de les appliquer à une infrastructure et à des services présentant des composantes entièrement nouvelles, comme c'est le cas pour la liaison ferroviaire à grande vitesse Madrid-Séville, et davantage encore si, comme nous le montrons plus loin, une nouvelle infrastructure (l'autoroute, *Autovía*) est mise en exploitation pratiquement en parallèle avec l'infrastructure existante. Cette situation rendra plus difficile, voire impossible, l'établissement d'une distinction entre ce qui est "généré" ou "induit" et ce qui est "transféré" dans les types de trafic qui font l'objet de notre analyse. Nous essayerons au moins de définir les nouveaux éléments de l'augmentation de la demande par rapport à "l'évolution naturelle" des différents types de trafic.

3. ANALYSE RÉTROSPECTIVE : LA LIAISON MADRID-SÉVILLE-CADIX LORS DE L'APPARITION DU CHEMIN DE FER

Nous espérons que le lecteur ne sera pas surpris de nous voir commencer notre analyse en remontant 150 ans en arrière, mais les analogies constatées sont assez nombreuses, et chacune d'entre elles présente suffisamment d'intérêt pour justifier notre "plongeon" dans le passé.

La construction de la ligne Madrid-Séville-Cadix a débuté autour de 1850 avec l'aide de capitaux étrangers, en grande partie français. Le premier tronçon, suivant la route de Valence, a été achevé en 1855. A cette date, les travaux ont commencé à l'autre bout, et le tronçon Cadix-Cordoue a été achevé fin 1860. La ligne complète, longue de 730 kilomètres (572 kilomètres entre Madrid et Séville et 158 kilomètres entre Séville et Cadix) a été terminée vers 1865. La construction a donc duré une quinzaine d'années, même si des tronçons partiels, aux extrémités Nord et Sud de la ligne, étaient exploités par différentes

entreprises au fur et à mesure de l'achèvement des différents projets correspondants.

L'introduction du chemin de fer a représenté un bond qualitatif par rapport aux services de transport fournis à cette époque (diligences), bond dont l'importance peut être évaluée en comparant des données d'exploitation spécifiques (tarifs, nombre de voyageurs, durée du trajet) pour chacun des deux modes de transport.

La diligence Madrid-Séville-Cadix a circulé régulièrement à partir de 1822, même si l'on essayait de mettre ce service en place depuis 1771. Ce projet initial avait échoué, notamment en raison des déficiences de l'infrastructure qui rendaient alors impossible de garantir la régularité d'un service voyageurs assuré par des véhicules sur roues. L'obstacle principal, comme c'est toujours le cas aujourd'hui, était le col de la Sierra Morena et ne sera surmonté qu'en 1783, avec la construction d'une route moderne.

Le fait d'attendre encore quatre décennies avant de disposer d'un service régulier de transport voyageurs entre la capitale espagnole et la plus grande ville d'Andalousie est manifestement étroitement lié au contenu de cette Table Ronde et est parfaitement énoncé dans le chapitre introductif de l'étude "Diligences -- Registre des activités pour l'année 1830" dont nous avons tiré certaines des données que nous utilisons ici. Voici une citation extraite du texte auquel nous nous référons : *"En raison de l'absence de voyageurs, il n'y avait aucun moyen de transport et en raison des moyens de transport, il n'y avait pas de voyageurs"*.

3.1. Durée des trajets

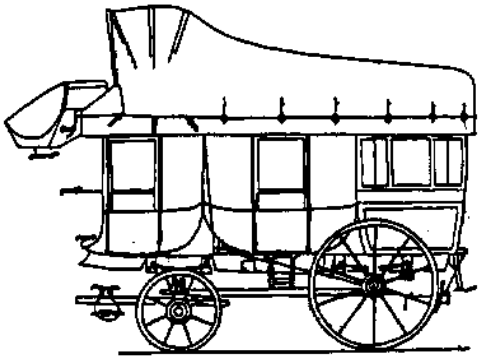
Autour de 1830, le service de courrier par diligence sur la ligne Madrid-Cadix quittait la capitale les lundis, jeudis et dimanches (à midi en hiver, à 15 heures en été) et arrivait à destination quatre jours et demi plus tard. La diligence Madrid-Séville, qui reliait les deux villes en trois jours et demi, quittait Madrid les mercredis et samedis. Ce service est devenu quotidien au cours de la décennie suivante.

Il convient de noter que la durée de ces trajets représentait une avancée majeure par rapport à l'époque où la route traversant la chaîne Despeñaperros n'était pas encore "modernisée". Vers 1775, il fallait une dizaine de jours pour relier Madrid à Séville et 13 jours pour Madrid-Cadix.

3.2. Places disponibles

Au cours de la première moitié du 19ème siècle, la diligence traditionnelle proposait quatre types de billets : berline, intérieur, cabriolet et rotonde, mots dérivés du français. Les caractéristiques des véhicules étaient celles du schéma de la Figure 1 et la charge maximale (bien supérieure à celle des diligences du siècle précédent) variait entre 16 et 20 voyageurs. Cela signifiait que des places régulières étaient disponibles au cours de la période précédant l'introduction de la liaison ferroviaire, pour quelque 3 000 voyageurs par an dans chaque direction pour Madrid-Séville-Cadix, ajoutés aux 2 000 voyageurs pour Madrid-Séville.

Figure 1



La dimension modeste de ces indicateurs est mise en évidence par le nombre d'habitants dans les villes les plus grandes situées dans le couloir de circulation, autour de 1850. Nous présentons par ailleurs les chiffres de 1995 comme point de repère pour le reste de l'étude (Tableau 1).

Tableau 1. **Population**

	1850	1995
Madrid	281 000	3 041 000
Séville	112 000	714 000
Cordoue	42 000	315 000
Malaga	94 000	531 000
Grenade	68 000	271 000
Cadix	70 000	155 000

Vers le milieu du siècle, mais avant l'apparition du chemin de fer, ce type de véhicule avait évolué sur certains trajets (en particulier celui que nous décrivons) pour devenir un omnibus ("*gondola*" comme on l'appelait à l'époque) avec une capacité de quelque 45 places, ce qui représentait un peu plus de 16 000 places par an, pour le seul trajet Madrid-Séville.

3.3. Tarifs

Étant donné l'absence de chiffres spécifiques relatifs à l'évolution de la demande satisfaite au cours de la période précédant l'introduction du chemin de fer dans ce couloir, les tarifs, ainsi que les chiffres concernant l'offre que nous venons de mentionner, constituent probablement les indicateurs les plus précis de l'évolution du trafic. Le Tableau 2 présente les informations disponibles à cet égard.

Tableau 2. **Tarifs des diligences Madrid-Séville 1822-1854 (en pesetas)**

	Berline	Intérieur	Cabriolet	Rotonde
1822		200	165	
1832	200	170	140	120
1846	130	110	80	
1854	90	80	70	70

Il convient de noter que les données fournies concernent des unités monétaires en valeur courante pour chaque année et, si l'on appliquait un déflateur, même grossier, les différences qui en résulteraient seraient spectaculaires.

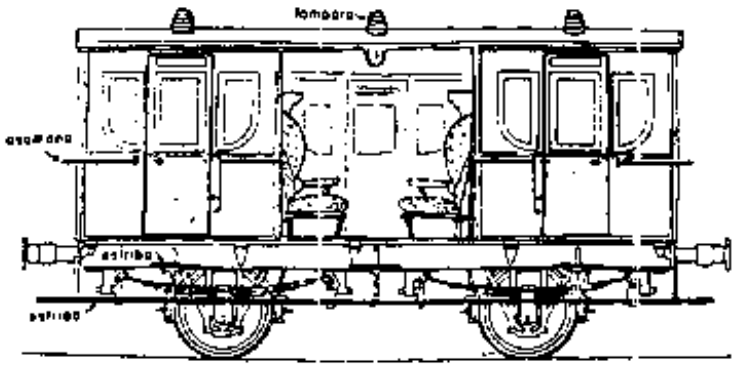
Même si les données ne sont pas complètes, l'évolution des services proposés et des tarifs semble indiquer que la demande satisfaite doit avoir évolué, sur la période considérée, de façon régulière et dynamique.

Quelles sont les implications de l'introduction du train (nouvelle infrastructure et nouveaux services proposés) par rapport à la période précédant son apparition ? Nous allons nous efforcer de les décrire en comparant un certain nombre de données pertinentes.

Pour la durée du trajet, la vitesse commerciale atteinte sur le premier réseau ferroviaire espagnol variait entre 30 et 40 km/h. Et même si, sur le trajet Madrid-Séville, cette vitesse se situait dans la tranche inférieure (31.5 km/h), cela signifie que le temps de parcours était de 18 heures pour Madrid-Séville et de 23 heures pour Madrid-Cadix. La fréquence était d'un voyage par jour dans chaque direction dès le début de l'exploitation.

La configuration traditionnelle des trains sur cette liaison était de dix voitures dont les caractéristiques sont données dans la Figure 2. Cela représentait un peu plus de 200 places assises par jour et dans chaque direction, quatre fois plus que pendant la période précédente avec les diligences.

Figure 2



Les tarifs sont restés relativement stables pendant les premières années d'exploitation. Nous disposons de données fournies par les deux principales compagnies de l'époque, "*Compañia del Norte*" et "*MZA*". La concordance de ces données étant presque totale (Tableau 3), nous pouvons affirmer que leur application au trajet Madrid-Séville-Cadix fournit des résultats fiables.

Tableau 3. **Tarifs au kilomètre des compagnies de chemins de fer (1864) (en pesetas)**

Voyageurs	Compagnie "Norte"	Compagnie "MZA"
1ère classe	0.1000	0.1000
2ème classe	0.0750	0.0750
3ème classe	0.0475	0.0475

Si nous appliquons ces tarifs au trajet Madrid-Séville, nous obtenons un billet à 57 pesetas en première classe, à 43 pesetas en seconde et à 27 pesetas en troisième, c'est-à-dire des prix variant entre la moitié et le tiers de ceux de la diligence.

Compte tenu de tout ce qui précède, il n'est pas étonnant que le service de diligences ait disparu tout de suite après l'inauguration du chemin de fer. Il n'a ensuite servi que de complément au chemin de fer. Il n'est pas non plus surprenant que la forte diminution des coûts généralisés (aussi bien des tarifs que des temps de parcours) ait eu pour conséquence un important trafic généré. Il est toutefois essentiel de noter deux aspects intéressants.

Premièrement, le niveau de ce trafic généré n'était pas proportionnel à la nouvelle fourniture de services. En effet, les compagnies exploitantes ont été contraintes de baisser leur offre car les ventes ne correspondaient pas aux prévisions.

Deuxièmement, pendant quelques années, la société espagnole (utilisateurs, professionnels, hommes politiques) se leurrait elle-même avec le "mirage" du nouveau mode de transport et pensait que la route serait abandonnée en tant que moyen de relier les parties du territoire et ne jouerait plus qu'un rôle secondaire pour le trafic local. L'erreur historique a conduit à des décisions qui, avec du recul, pourraient sembler absurdes mais qui semblaient alors presque inévitables. En particulier, vers 1870, le Ministère de l'Aménagement, alors chargé du réseau routier, a décidé de supprimer 2 600 kilomètres de routes (dont 1 800 kilomètres de première catégorie) estimant qu'elles constituaient une duplication inutile pour le réseau de communications. Il n'est pas nécessaire d'évoquer les coûts économiques pour l'État qui devaient à long terme découler de cette mesure.

4. CONSIDÉRATIONS TERRITORIALES -- OFFRE D'INFRASTRUCTURES ET DE SERVICES --

4.1. Liaison ferroviaire à grande vitesse

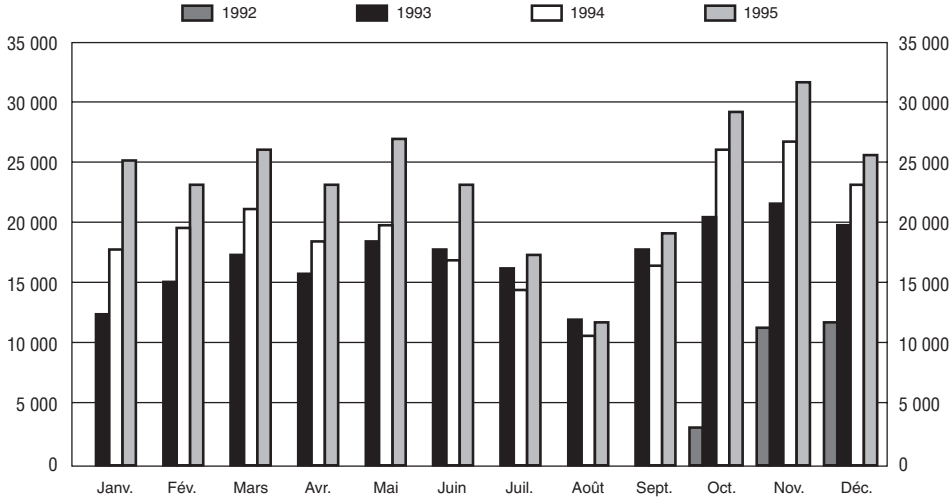
Vers 1980, le réseau ferroviaire qui reliait Madrid à Séville en passant par la chaîne Despeñaperros, seul accès ferroviaire à la vallée du Guadalquivir, était saturé. Cette situation, conjuguée à la sinuosité du parcours de plus de

570 kilomètres (avec à peine plus de 380 kilomètres de lignes droites), ont conduit les experts à élaborer le projet “Nouvel Accès Ferroviaire à l’Andalousie” (NAFA), annoncé par le Gouvernement en octobre 1986.

Ce projet, qui réduisait de 100 kilomètres la longueur de la ligne, devait être inclus dans le plan de transport ferroviaire adopté en avril 1987. Les travaux ont commencé sur le tronçon Brazatortas-Cordoue en octobre de la même année et, un peu plus d’un an plus tard, en décembre 1988, le Gouvernement a décidé de construire les nouvelles lignes à grande vitesse conformes aux normes internationales d’écartement des rails.

Les travaux ont été achevés en 1989-1991, et les premiers essais de circulation ont eu lieu en décembre de cette année. L’exploitation commerciale a commencé en même temps que l’inauguration de l’Exposition Universelle de Séville, le 21 avril 1992 (Figure 3).

Figure 3

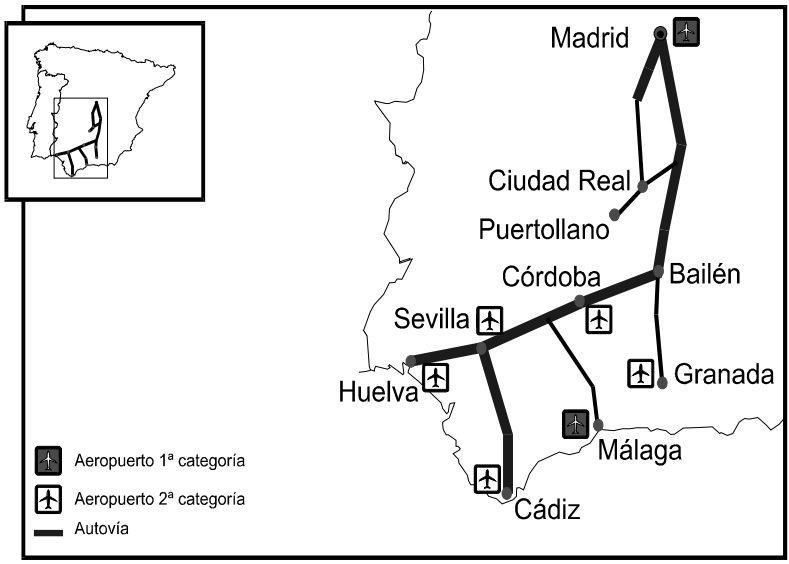


Un certain nombre de progrès relatifs à l’exploitation du service ont été réalisés après cette date. En particulier, depuis octobre 1992, des “navettes” (sans arrêts intermédiaires) relient Madrid à Puertollano ou à Ciudad Real, villes qui ne faisaient pas partie du réseau ferroviaire d’Andalousie avant la mise en service de l’AVE.

Par ailleurs, les premiers “Talgo 200” sont entrés en service en janvier 1993, reliant Madrid à Malaga. Cette ligne utilise des unités “Talgo” qui circulent sur les voies de l’AVE au-delà du réseau traditionnel, ce qui exige de changer l’écartement des rails. Le deuxième service de ce type, Madrid-Huelva-Cadix, est entré en exploitation en juin de la même année.

Pour cette raison, nous pensons qu’il est pratique, dans l’analyse de la mobilité générée par la nouvelle infrastructure du couloir Madrid-Séville, de prendre en considération non seulement ces deux villes et quelques autres gares intermédiaires, mais aussi le réseau constitué par les villes de Malaga, Cadix et Huelva, également représenté sur la Figure 4, car elles constituent un réseau largement interconnecté. Nous inclurons également la ville de Grenade qui, bien qu’elle ne fasse pas partie du réseau AVE, sera utile comme base de comparaison dans l’analyse des flux de trafic routier et du développement de certains services.

Figure 4



Concernant le volume d’offre sur le marché des services AVE, le Tableau 4 détaille l’évolution du nombre de trains par semaine pour la période 1992-1995 et pour les principales liaisons du couloir.

Tableau 4. **Nombre de trains par semaine**

	Madrid-Séville	Madrid-Malaga	Navettes	Madrid-Cadix	Madrid-Huelva
18.10.92	56+56		35+35		
31.01.93	59+59	14+14	43+37		
23.05.93	72+72	15+15	48+42		
26.07.93				7+7	7+7
26.09.93	70+70	14+15	48+42	7+7	7+7
18.03.94	70+70	14+15	48+42	7+7	7+7
18.04.94		15+22			
29.05.94	70+70	25+25	48+42	7+7	7+7
11.09.94	76+71		48+42		
16.11.94				7+7	7+7
02.01.95	76+71	25+25	48+47	7+7	7+7
12.03.95	76+71	25+25			
28.05.95		26+25		7+7	7+7
10.09.95	86+86				
16.10.95		26+26		7+7	7+7

4.2. L'autoroute Madrid-Séville-Huelva et Séville-Cadix

La transformation de la route Madrid-Séville-Cadix en autoroute faisait déjà partie de l'ambitieux Programme des Autoroutes Nationales Espagnoles (PANE) élaboré en 1964 et pratiquement annulé avant sa mise en route. A la fin des années 60, cette route a bénéficié du programme REDIA (réseau de routes asphaltées) qui a considérablement amélioré quelque 5 000 kilomètres du réseau routier espagnol, en les mettant aux normes européennes (deux voies de 3.5 m et des bandes latérales de 2.5 m). C'est à cette époque que la route d'Andalousie a subi sa première grande transformation depuis sa construction en 1783.

L'un des rares tronçons de l'autoroute (dans ce cas une autoroute à péage), réalisé dans le cadre du programme PANE et terminé en 1972, relie Séville à Cadix. Cependant, les tronçons restants (Madrid-Séville et Séville-Huelva) ont dû attendre l'approbation et la mise en oeuvre du plan routier national 1984-1991. Le Tableau 5 présente les étapes de la construction de chaque route pour la période 1987-1992.

Tableau 5. **Autoroute Madrid-Séville-Huelva -- Étapes de la construction (en kilomètres)**

	1987		1988		1989		1990		1991		1992	
	En serv.	En constr.	En serv.	En constr.	En serv.	En constr.	En serv.	En constr.	En serv.	En constr.	En serv.	En constr.
Madrid-Séville	30.5	484.1	136.0	379.4	208.0	311.6	408.2	116.6	450.2	66.4	519.8	
Séville-Huelva	9.0	55.0	9.0	55.0	23.8	40.2	64.0		64.0		64.0	

Il convient par conséquent de noter que la construction et l'achèvement de deux infrastructures aussi importantes que la voie ferrée à grande vitesse (481 kilomètres) et l'autoroute (520 kilomètres) ont eu lieu quasi simultanément et avaient pour objectif de permettre le même trajet. Cela rend l'analyse de la mobilité ainsi générée particulièrement intéressante, concernant la configuration et surtout les effets induits, mais, dans le même temps, il est extrêmement difficile de mener une réflexion ou de tenter de tirer des conclusions définitives permettant une extrapolation sur un quelconque ensemble de conditions comparables à l'avenir.

4.3. Transport routier public

Avant l'approbation de la loi d'habilitation des transports par voie terrestre (juillet 1987), la législation existante, datant de 1947 et 1949, mettait l'accent sur le transport ferroviaire plutôt que routier, donnant à la RENFE un droit de préemption sur les éventuelles lignes voyageurs régulières susceptibles d'être mises en service à une date ultérieure.

Pour donner une idée de la situation avant 1987, il devrait suffire de remarquer qu'un trajet en autocar entre Madrid et Cadix nécessitait deux changements (à Bailen et à Séville) et l'achat de billets auprès de trois exploitants différents.

La nouvelle loi a supprimé le traitement préférentiel et a conféré un statut égal aux deux moyens de transport. Cependant, un certain nombre d'années se sont écoulées avant que de nouveaux services soient exploités, après qu'ait été surmonté un certain nombre de procédures administratives restantes. La ligne Madrid-Séville-Huelva a été inaugurée en février 1992, et peu après, en mai de la même année, la ligne Madrid-Cadix est également entrée en service. Ces

deux lignes étaient exploitées par la même entreprise. Comme nous pouvons le constater, 1992 est une année phare, c'est pourquoi nous l'avons choisie comme base pour notre analyse.

Les lignes Madrid-Malaga et Madrid-Grenade ayant commencé à fonctionner au cours de l'été 1995, nous ne disposons pas encore de données significatives à leur sujet. La ligne Madrid-Ciudad Real est néanmoins l'une des rares à n'avoir subi aucun changement au cours de la période que nous analysons car elle est entrée en service avant 1987. Le nombre de places assises proposées par les exploitants pour ce couloir (chiffres de 1995) sont présentées sur le Tableau 6.

Tableau 6. **Autocars (1995) -- Nombre de places assises**

	Par semaine (Été)	Par semaine (Hiver)	Par an
Madrid-Séville	3 240	3 060	164 520
Madrid-Cadix	1 512	900	62 712
Madrid-Courdoue	1 548	1 044	62 346
Madrid-C. Real	1 650	1 650	85 800
Madrid-Malaga	2 546	2 014	114 304
Madrid-Grenade	3 952	2 698	157 852

4.4. Infrastructures et services aéroportuaires

La Figure 4 montre une division du territoire étudié en six aéroports, dont deux aéroports internationaux (Madrid et Malaga) et quatre régionaux (Séville, Jerez, Grenade et Cordoue). On peut considérer, pour des raisons pratiques, que l'aéroport de Jerez dessert Cadix, car à peine 30 kilomètres d'autoroutes séparent ces deux villes. L'aéroport de Cordoue assure beaucoup moins de transports commerciaux que les autres.

L'activité globale de l'ensemble des aéroports (trafic national et international) est présentée dans le Tableau 7.

Tableau 7. **Aéroports -- Ensemble des activités. 10^3 passagers**

	1990		1991		1992		1993		1994		1995	
	Nat.l	Int.l	Nat.l	Int.l	Nat.l	Int.l	Nat.l	Int.l	Nat.l	Int.l	Nat.l	Int.l
Madrid	8 539	7 330	8 599	7 458	9 619	8 477	8 742	8 600	9 266	8 959	10 061	9 510
Cordoue	0.7	0.1	1.0	0.3	1.0	0.2	1	0.05	2	0.09	1.1	0.2
Séville	1 514	150	1 462	204	2 165	657	1 093	241	1 043	207	1 089	217
Jerez	293	20	306	29	316	44	246	34	231	74	236	134
Malaga	1 480	3 263	1 411	3 226	1 509	3 355	1 453	3 416	1 483	4 031	1 679	4 581
Grenade	295	6	301	1	337	5	322	3	339	3	354	7.5

Si nous nous concentrons plus particulièrement sur les services que nous étudions, le Tableau 8 présente des données relatives aux vols hebdomadaires pour les quatre liaisons reliant Madrid aux aéroports d'Andalousie.

Tableau 8. **Vols hebdomadaires**

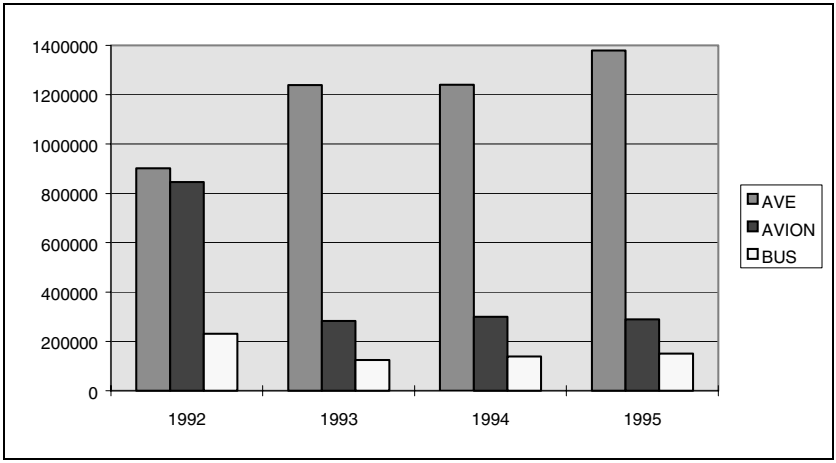
	1992		1993		1994		1995	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Madrid-Séville	125	53	57	45	42	15	31	31
Madrid-Malaga	64	58	64	47	56	55	48	48
Madrid-Cadix	25	24	24	19	24	24	19	19
Madrid-Grenade	13	13	13	13	13	13	16	16

5. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DU TRAFIC

On peut dire, en généralisant, que la période 1992-1995, soit les quatre premières années d'exploitation des nouvelles infrastructures, a enregistré une nette croissance dans ce couloir de circulation, tant pour le transport public dans son ensemble que pour le transport privé.

Le Diagramme 1 représente la liaison Madrid-Séville pour le transport public, tandis que différents diagrammes et tableaux concernent les autres sections de ce couloir.

Diagramme 1. **Transports publics Madrid-Séville -- Passagers transportés**



5.1. Trafic privé

Comme nous l'avons mentionné plus haut, le gouvernement espagnol ne mène malheureusement pas d'enquêtes systématiques sur la mobilité relative au transport privé en vue d'obtenir des renseignements précis sur les flux et l'origine/la destination, pour ce type de trajet. L'évolution de la moyenne du trafic journalier sur un an (*Average Annual Daily Traffic, AADT)* en des points-clefs précis du réseau peut ne pas être d'une grande utilité pour quantifier le volume réel de trafic, mais elle permettra au moins d'estimer l'évolution sur cette période. Le Diagramme 2 est assez révélateur à cet égard. Il présente l'évolution du trafic des véhicules légers entre 1987 et 1995 au niveau des deux stations de comptage les plus significatives pour l'analyse des trajets longue distance sur les liaisons Madrid-Cordoue (station E-195) et Cordoue-Séville (station E-200). Les emplacements sont présentés sur la Figure 5. A titre de comparaison, nous incluons également des données émanant de la station E-196, située entre Bailen et Grenade, une section dont l'infrastructure n'a pas subi de transformations majeures au cours de la période analysée. Le diagramme présente trois sections assez distinctes. La première période (1987-1990) montre une croissance en pourcentage très comparable pour les trois stations avec de légères variations annuelles et pourrait correspondre à une évolution naturelle compatible avec une croissance générale du parc de voitures et avec la mobilité accrue à une époque de croissance économique soutenue. La seconde période (1990-1992) correspond à une stagnation résultant d'une crise économique et d'une récession du trafic qui s'accentuent. Cependant, comme

nous pouvons le noter, la stagnation s'est poursuivie au niveau de la station E-196, mais elle disparaît totalement dans les deux autres stations et nous entrons dans une phase de croissance du trafic, représentée par une pente beaucoup plus prononcée que celle qui traduit la croissance globale du trafic sur l'ensemble du réseau, ou la croissance économique générale.

Figure 5

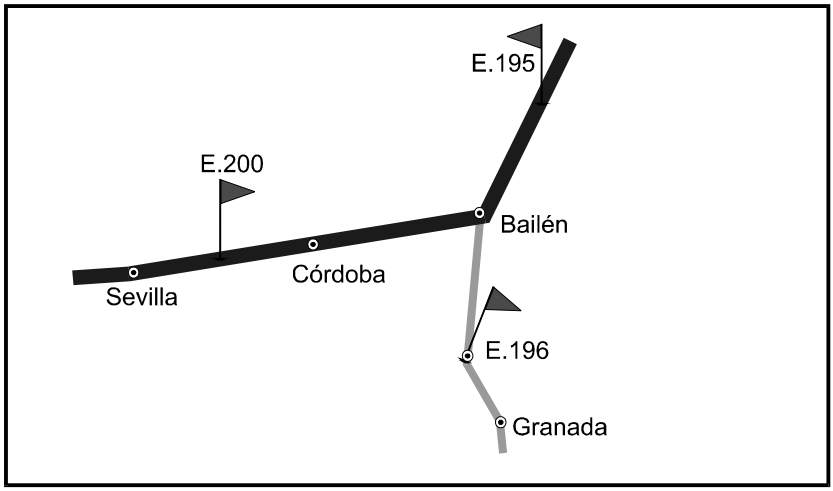
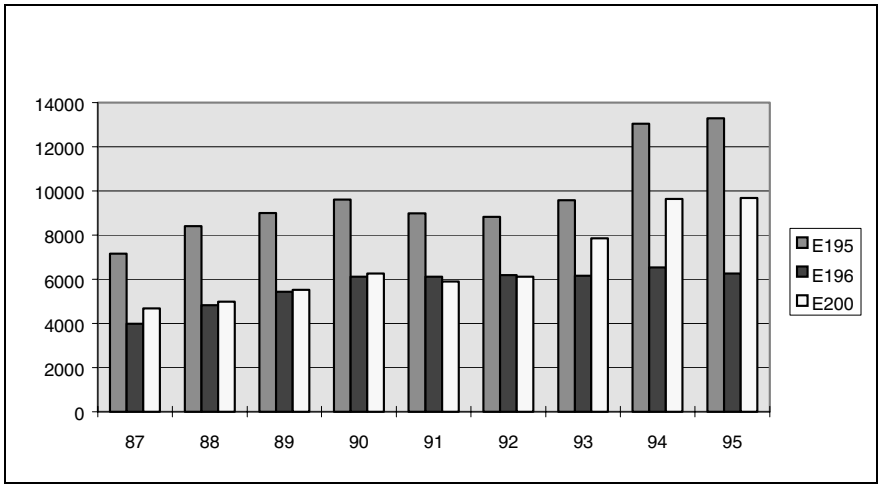


Diagramme 2. **Évolution du trafic moyen journalier sur un an**



Les données de la station E-195 font état d'une croissance passée de 8 835 véhicules/jour en 1992, année d'ouverture de l'autoroute, à 13 041 véhicules/jour en 1994 (+ 47.6 pour cent). La station E-200 présente une croissance de 57.4 pour cent au cours de la même période. Il faut souligner que ces données ne constituent en aucune manière une tentative de montrer l'augmentation du nombre de trajets entre Madrid et Séville, car il est impossible d'éliminer la fraction qui correspond à une augmentation de la mobilité locale ou intrarégionale. Cependant, ces données constituent une preuve irréfutable de l'effet d'induction qui résulte de la nouvelle infrastructure.

A titre indicatif et compte tenu du fait que les dernières données fiables (1989) faisaient état de quelque 590 000 voyageurs utilisant des véhicules privés entre Madrid et Séville, une estimation relativement prudente pourrait nous donner un chiffre proche de 880 000 voyageurs/an pour 1995.

5.2 Transport ferroviaire

Le cas de l'AVE est en général intéressant et offre un certain nombre d'aspects dignes d'attention. Le Tableau 9 présente des données concernant les passagers transportés sur certaines liaisons parmi les plus importantes couvertes par le nouveau train à grande vitesse, ainsi que le nombre total de voyageurs. Il apparaît évident que les chiffres de 1992 ne sont pas pertinents pour une analyse : l'Exposition Universelle et le fait que l'exploitation ait démarré fin avril empêchent toute comparaison. L'ensemble du trafic a progressé de 9.1 sur 1993-1994 et d'un peu moins (8.6 pour cent) sur 1994-1995. Du point de vue des relations, les indices de croissance en pourcentage les plus élevés concernaient Ciudad Real-Puertollano (Diagramme 3) et le service Talgo 200 (Diagrammes 4 et 5), même si, pour ce dernier, les données de 1993-1994 ne sont pas significatives étant donné qu'en 1993, ce service n'était pas exploité à 100 pour cent.

Tableau 9. **AVE -- Passagers transportés**

Principales relations :	1992	1993	1994	1995	% 94/93	% 95/94
Madrid-Séville	902 282	1 237 897	1 240 507	1 379 400	0.2	10.8
Madrid-Cordoue	115 039	371 172	421 570	426 264	13.4	1.1
Madrid-Ciudad Real	60 077	451 270	485 733	521 086	7.5	7.4
Madrid-Puertollano	40 518	261 050	274 012	294 057	4.9	10.9
Ciudad Real-Puertollano	26 000	206 048	231 978	283 249	12.6	21.9
Madrid-Malaga		351 740	434 833	476 201	23.6	9.6
Cadix-Huelva		100 379	184 611	188 463	84.0	2.0
Total Voyageurs	1 314 035	3 256 098	3 553 653	3 861 571	9.1	8.6

Diagramme 3. **Navettes Ciudad Real-Puertollano. Nombre de passagers transportés**

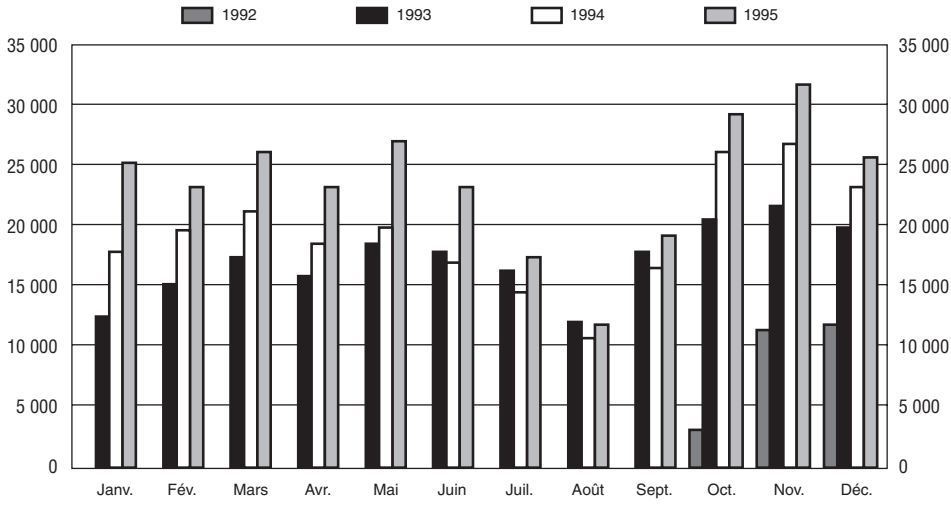


Diagramme 4. **Talgo 200 -- Madrid-Cadix-Huelva. Passagers transportés**

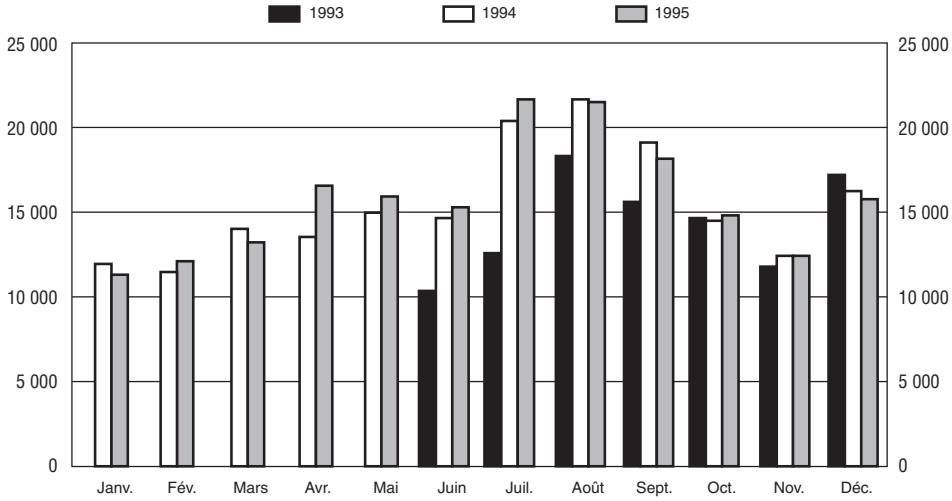
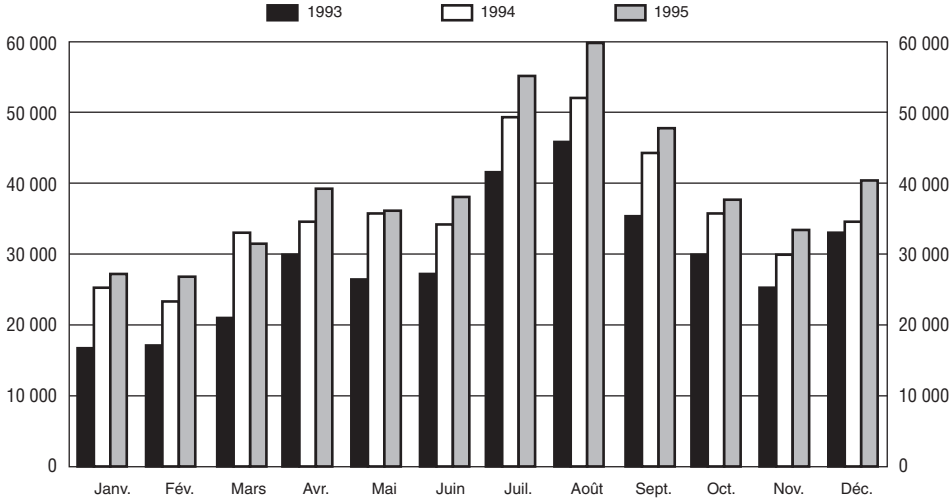


Diagramme 5. **Talgo 200 -- Madrid-Malaga. Passagers transportés**



Viennent ensuite les services entre Madrid-Ciudad Real (Diagramme 6) et Madrid-Puertollano (Diagramme 7). Il est toujours surprenant de constater que les services de “navette”, dont l’exploitation a été décidée comme stratégie

commerciale complémentaire et qui ont été mis en service quelque temps après la ligne elle-même, sont ceux qui enregistrent la croissance la plus forte sur cette période.

Diagramme 6. **Navettes Madrid-Ciudad Real. Passagers transportés**

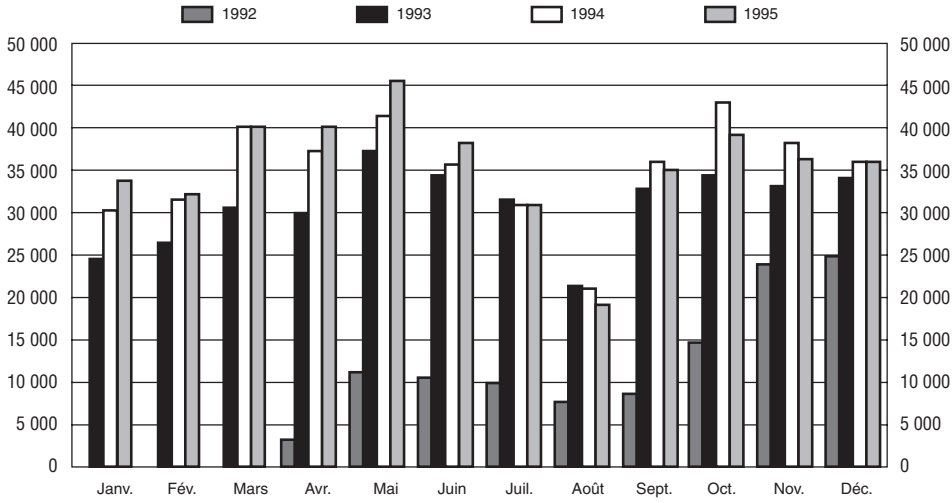
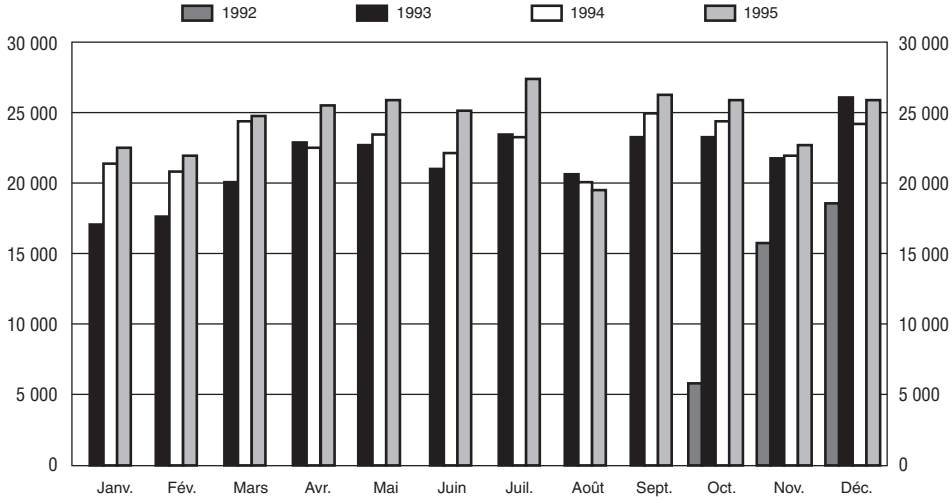


Diagramme 7. **Navettes Madrid-Puertollano. Passagers transportés**



Les autres liaisons [Madrid-Séville (Diagramme 8) et Madrid-Cordoue (Diagramme 9) sont les plus notables] présentent des augmentations d'importance variable, mais qui répondent à des schémas très proches, tant pour les variations saisonnières que pour les mois où l'augmentation interannuelle est plus marquée, à l'exception, dans les deux cas, de la liaison Madrid-Malaga qui, pour des raisons évidentes (station estivale) montre des tendances qui sont, à certains égards, inverses par rapport à celles constatées sur les autres liaisons.

Diagramme 8. **AVE Madrid-Seville. Passagers transportés**

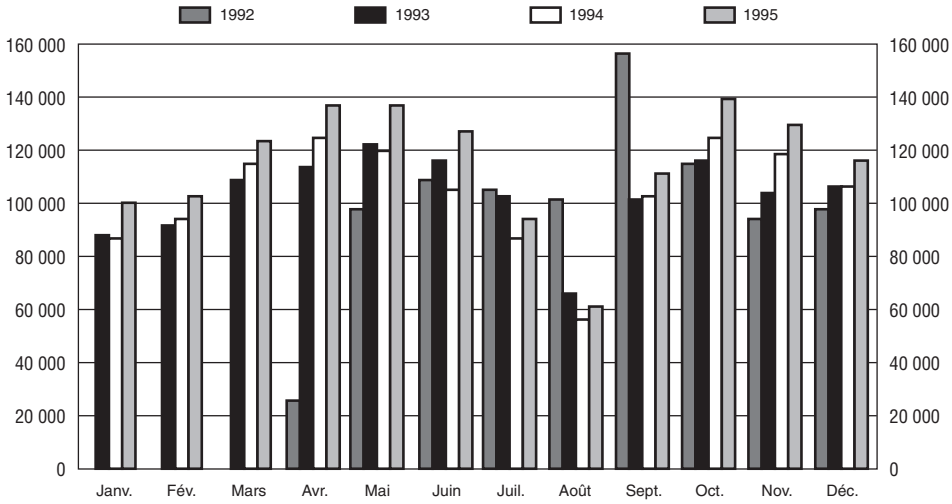
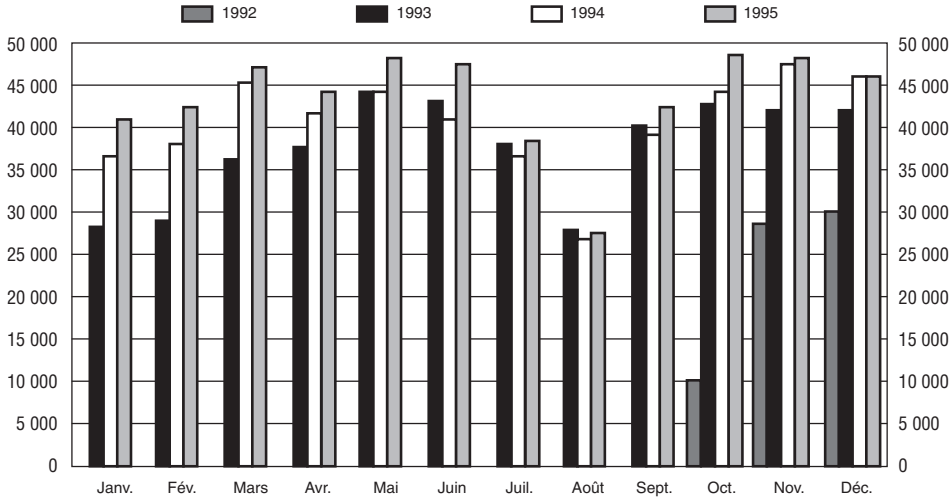


Diagramme 9. **AVE Madrid-Cordoue. Passagers transportés**



5.3. Autocars

Comme nous l'avons déjà évoqué au point 4.3, les services reliant Madrid à Séville, Cadix et Huelva ont été inaugurés en 1992. Les données relatives au nombre de voyageurs sur ces trois lignes sont présentées dans le Tableau 10. L'ensemble des indicateurs (rappelons que la structure du service est constituée d'une seule unité) montrent que les taux de croissance sur la période que nous analysons étaient très proches de ceux de l'AVE (8.7 pour cent en 1993-1994 et 8.9 pour cent en 1994-1995).

Il convient de noter qu'il n'existe aucun facteur saisonnier pour la ligne Madrid-Séville où la seule pointe observée se situe en avril. Pour les deux autres relations, on observe un effet saisonnier inverse de celui constaté pour l'AVE (Tableaux 10a, 10b, 10c).

Quoi qu'il en soit et compte tenu des chiffres disponibles pour cette période, il semble évident que, pour le transport par autocar et les liaisons AVE couvrant Madrid-Séville-Cadix, l'aspect déterminant est la nature complémentaire des modes de transport. Par conséquent, l'augmentation notable de la demande satisfaite sera le résultat, pour le transport par autocar, d'un effet inducteur lié à la nouvelle autoroute, alors que dans le cas de l'AVE, nous devons prendre en compte les chiffres relatifs au transport aérien, que nous analyserons plus loin.

Tableau 10a. **Autocars Madrid-Séville. Passagers transportés**

	1992	1993	1994	1995
Janvier		8 084	8 399	10 008
Février	1 381	7 669	8 278	9 723
Mars	10 507	9 019	11 612	10 666
Avril	21 264	14 171	16 150	18 784
Mai	24 550	10 643	10 041	12 138
Juin	22 203	8 721	9 783	10 941
Juillet	27 917	11 834	13 055	13 403
Août	26 445	10 234	11 425	11 331
Septembre	46 509	11 715	13 539	13 563
Octobre	29 986	11 261	12 260	13 690
Novembre	8 718	9 598	10 082	11 303
Décembre	11 564	11 958	13 900	15 705
TOTAL	231 044	124 907	138 524	151 255

Tableau 10b. **Autocars Madrid-Cadix. Passagers transportés**

	1992	1993	1994	1995
Janvier		2 405	2 304	2 989
Février		3 476	3 679	3 914
Mars		2 863	3 255	2 860
Avril		3 912	3 350	4 426
Mai		2 755	2 802	2 816
Juin		3 032	2 831	3 242
Juillet	226	4 960	4 837	4 985
Août	1 929	4 491	4 833	4 829
Septembre	2 101	4 175	4 491	4 477
Octobre	1 939	3 380	3 439	4 019
Novembre	1 215	2 500	2 654	2 972
Décembre	1 705	3 662	3 932	4 073
TOTAL	9 115	41 611	42 407	45 602

Tableau 10c. **Autocars Madrid-Huelva. Passagers transportés**

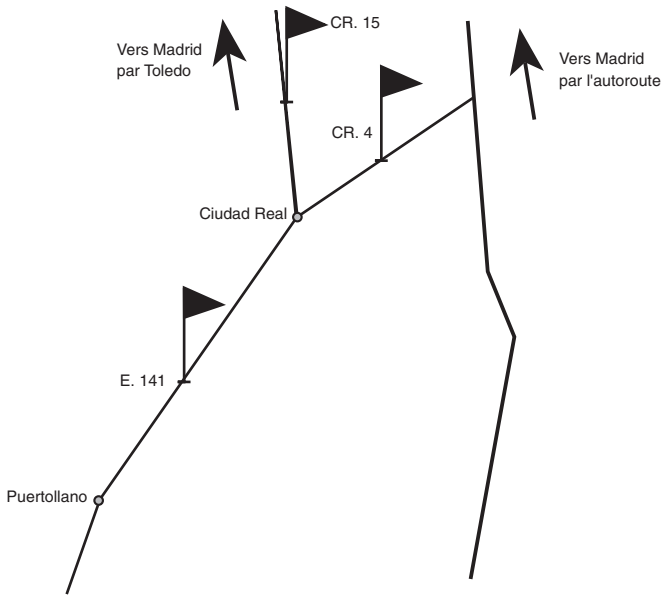
	1992	1993	1994	1995
Janvier		1 663	1 735	2 011
Février	158	1 379	1 484	1 702
Mars	1 409	1 594	2 293	1 903
Avril	2 624	2 811	2 396	3 533
Mai	2 195	1 954	2 268	2 321
Juin	2 440	2 042	1 987	2 358
Juillet	3 374	3 360	3 558	3 491
Août	3 718	3 261	3 843	3 895
Septembre	3 205	2 687	3 084	3 301
Octobre	2 279	2 047	2 238	2 654
Novembre	1 581	1 579	1 684	1 940
Décembre	2 094	2 293	2 538	2 752
TOTAL	25 077	26 670	29 108	31 861

Le fait que l'autocar et l'AVE se complètent n'est cependant pas une constante pour le couloir de circulation, comme nous pouvons le déduire du Tableau 11. En effet, la liaison par autocars Madrid-Ciudad Real-Puertollano subit une forte baisse de trafic après 1992, qui est particulièrement simple à interpréter si nous analysons les données d'exploitation de l'AVE. En effet, la navette (liaison directe entre Madrid et Ciudad Real ou Puertollano) n'était pas encore en service en 1992, mais un grand nombre de nouveaux trains s'arrêtaient dans l'une de ces deux gares. Ce fait établit une coupure, quoique peu spectaculaire, avec ce qui avait été jusqu'en 1991 une ligne en croissance pour le type de service considéré. Après 1993, une fois que les navettes sont en service, le processus dans son ensemble s'accentue. Ce n'est toutefois pas le cas de la liaison Madrid-Ciudad Real et il faut en chercher la cause dans l'autre infrastructure analysée : l'autoroute Madrid-Séville. En effet, comme nous pourrons l'observer lorsque nous parlerons du temps de circulation, la forte réduction de la durée des trajets due à l'autoroute est certainement la cause de la reprise que ce service a connue après 1993, même s'il n'a jamais retrouvé les niveaux d'avant 1992.

Tableau 11. **Autocars Madrid-Ciudad Real-Puertollano. Passagers transportés**

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Madrid-Ciudad Real	18 495	19 783	16 552	11 169	14 011	14 417
Madrid-Puertollano	26 781	32 424	28 281	27 237	26 078	
C. Real-Puertollano	53 516	57 087	56 005	41 514	42 141	

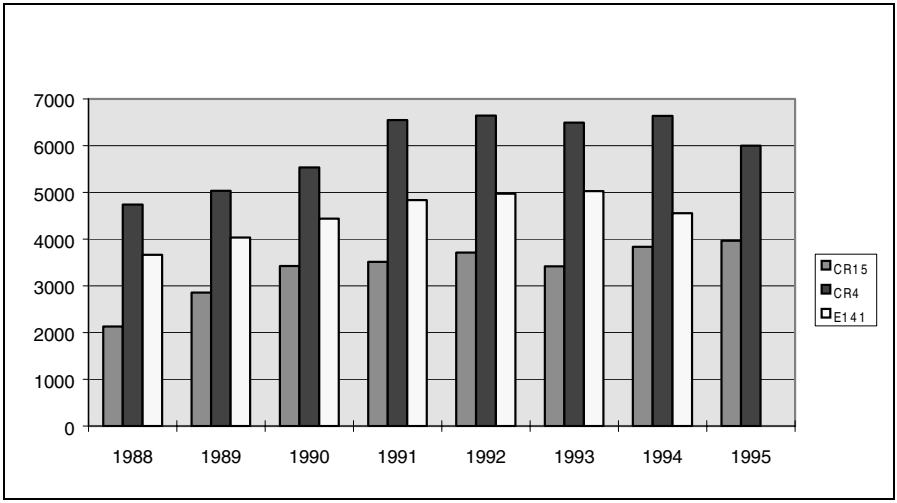
Figure 6



L'analyse du trafic routier aux environs de Ciudad Real et de Puertollano complétera cette série de réflexions. Dans ce cas, nous avons défini comme points de référence les stations E-141, CR15 et CR4 (Figure 6), qui, en raison de leur emplacement, sont celles qui permettent le mieux d'interpréter le trafic longue distance. Comme nous pouvons l'observer (Diagramme 10), la période 1988-1991 a connu une croissance modérée mais constante du trafic dans chacune des trois stations. En réalité, cette croissance est plus forte à la station CR4 car, depuis 1991, le tronçon autoroutier reliant Madrid était déjà en service.

Après cette période, il faut noter une baisse au niveau des stations CR4 et E-141, alors que CR15, qui couvre la liaison avec Tolède, qui n'est ni sur la ligne AVE ni sur l'autoroute d'Andalousie, présente une légère reprise.

Diagramme 10. **Evolution du trafic moyen journalier sur un an**



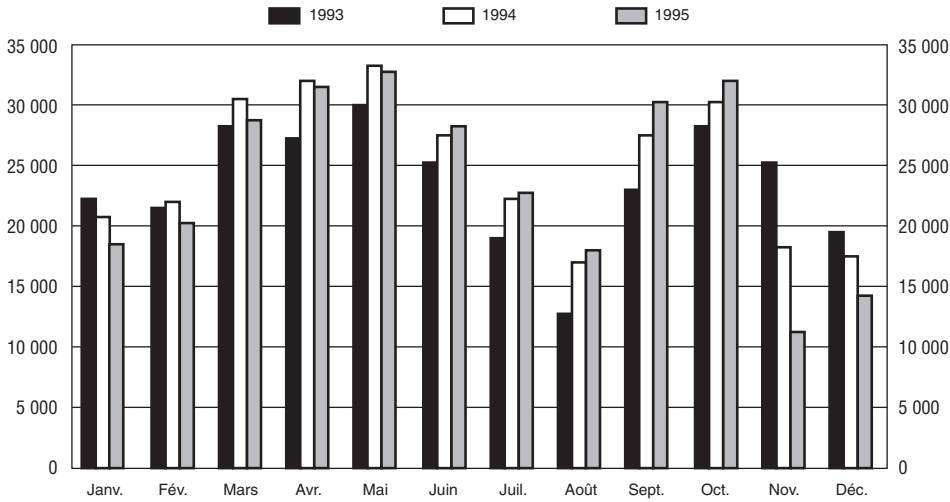
5.4. Trafic aérien

Nous avons indiqué à plusieurs reprises que 1992 a été une année exceptionnelle pour le trafic dans les couloirs de circulation que nous étudions. C'est pourquoi son utilisation comme référence pour analyser l'évolution de la demande peut induire en erreur. Concernant le transport aérien, notamment la liaison Madrid-Séville, il convient de dire que les années 1990 et 1991 n'étaient pas non plus totalement représentatives, car un flux inhabituel de voyageurs résultait directement des préparatifs de l'Exposition Universelle de 1992. Il est clair que les taux de croissance de la demande de transport aérien constatés ces années-là n'auraient pu être maintenus après 1992, même si les trains à grande vitesse n'avaient pas été en circulation.

Quoi qu'il en soit, le nombre total de passagers prenant l'avion de Madrid à Séville est passé de 846 437 en 1992 à 283 429 en 1993, soit une baisse de près des deux tiers. A l'époque, on a estimé que le processus venait juste de commencer et, étant donné les résultats obtenus pour la liaison Paris-Lyon au cours des quatre premières années d'exploitation, on a pensé que le transfert des

passagers continuerait avec une certaine intensité. En fait, comme le montre le Diagramme 11, la période 1993-1995 a été, à tout le moins, acceptable pour le transport aérien, avec 299 000 passagers transportés en 1994, soit 5.6 pour cent de plus qu'en 1993, et 288 000 en 1995 (3.6 pour cent de moins qu'en 1994). L'analyse de ce diagramme montre une évolution saisonnière intéressante avec une tendance à la hausse sur l'ensemble de la période, en juin, juillet, août, septembre et octobre. La tendance s'inverse en novembre, décembre, janvier et février, et devient plus diffuse en mars, avril et mai.

Diagramme 11. **Trafic aérien Madrid-Seville. Passagers transportés**



Les liaisons allant de Madrid à Malaga et Cadix (cette dernière ville étant la seule à bénéficier du boom de 1992 en raison de sa proximité avec Séville) ont vu progresser le nombre de voyageurs, comme le montrent les Diagrammes 12 et 13. Dans l'ensemble, le trafic aérien entre Madrid et Malaga, qui a perdu quatre points de pourcentage sur la période 1992-1993, est resté stable au cours des trois dernières années (576 000 passagers transportés en 1993, 573 000 en 1994 et 574 000 en 1995). Malheureusement, à l'heure où nous terminons cette étude, les données relatives aux passagers transportés par un nouvel exploitant, Air-Europa, apparu début 1995, ne sont pas disponibles pour la liaison Madrid-Malaga. Ces données auront un impact certain sur la répartition du trafic total.

Diagramme 12. **Trafic aérien Madrid-Malaga. Passagers transportés**

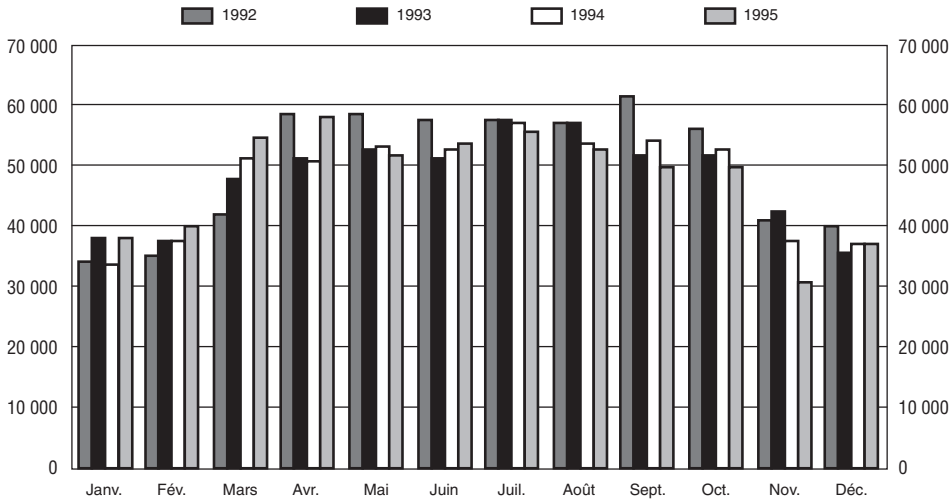
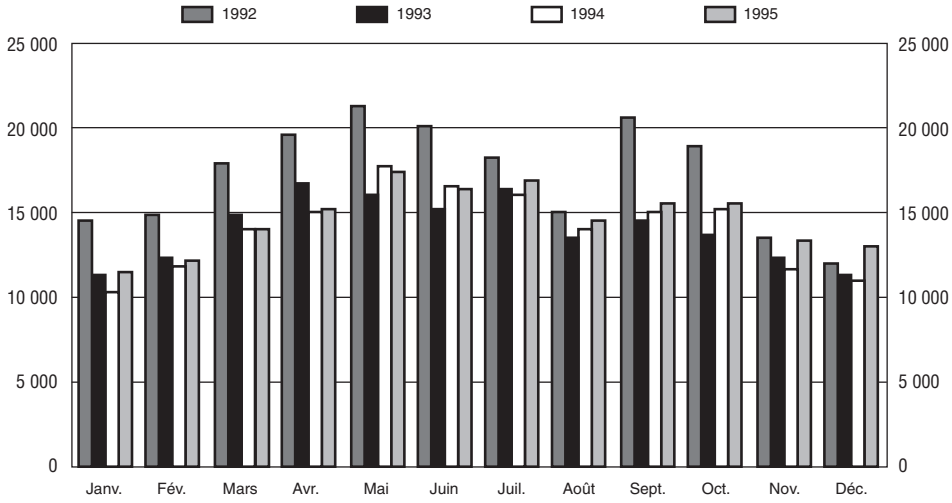


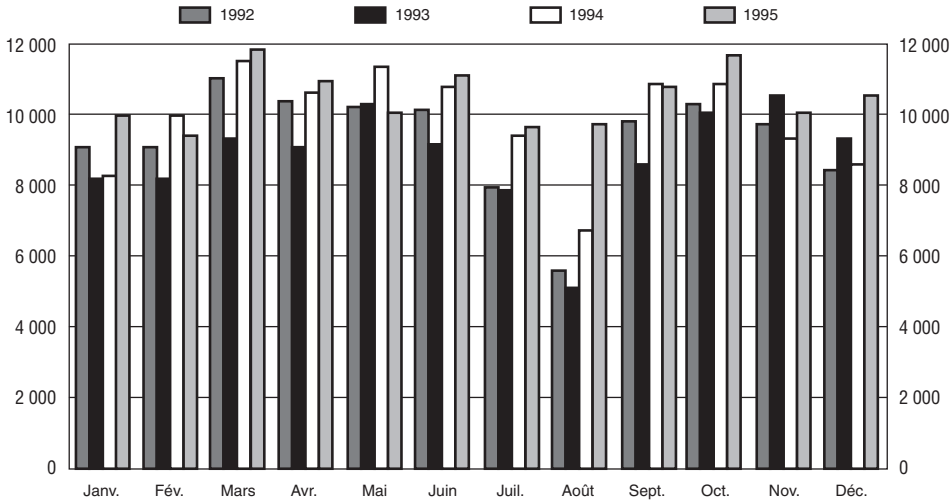
Diagramme 13. **Trafic aérien Madrid-Cadix. Passagers transportés**



Un modèle identique s'applique à la liaison Madrid-Cadix, où le trafic voyageurs a atteint 168 000 en 1993, 168 500 en 1994 et 175 000 en 1995, même si, dans ce cas, la baisse entre 1992 et 1993 a été encore plus forte (environ 22 pour cent).

Pour compléter cette section, nous incluons ici, comme nous l'avons fait plus haut lors de l'analyse du transport privé, des chiffres relatifs à l'évolution du trafic aérien entre Madrid et Grenade, qui peuvent servir de point de comparaison, en utilisant pour cela une ville qui, bien que située dans la même région géographique, ne bénéficie d'aucune des infrastructures nouvelles que nous étudions. Les données correspondantes sont présentées dans le Diagramme 14.

Diagramme 14. **Trafic aérien Madrid-Grenade. Passagers transportés**



Il convient de noter tout d'abord que la liaison Madrid-Grenade a connu une forte baisse en 1993, même si cette évolution ressemblait davantage à celle de la liaison avec Malaga qu'à celle avec Cadix. Le trafic est passé de 111 500 en 1992 à 105 000 en 1993 (- 5.7 pour cent). En revanche, 1994 et 1995 ont connu une croissance forte en pourcentage, avec 118 000 voyageurs en 1994 et 125 000 l'année suivante, soit une augmentation de 12.3 et de 5.9 pour cent respectivement. Ces valeurs, qui, bien entendu, ne doivent être utilisées qu'à titre d'orientation, peuvent fournir une indication du nombre de passagers transportés véritablement perdus pour le transport aérien dans le couloir étudié pendant ces dernières années.

6. ÉVOLUTION DES TARIFS DES TRANSPORTS PUBLICS

Il semble évident qu'une analyse du cadre tarifaire est, en principe, un élément important pour interpréter l'évolution du trafic. Dans notre cas, elle est particulièrement pertinente pour l'AVE mais beaucoup moins pour l'autoroute, car l'unique facteur d'analyse est la structure tarifaire des autocars. L'autoroute étant gratuite, aucun frais n'est à prendre en compte.

En tout état de cause, il convient de noter que, parmi les tarifs qui font l'objet de notre analyse, ceux correspondant aux services par autocar sont contrôlés par l'État en vertu de la clause incluse dans les contrats de licence, selon laquelle les entreprises exploitantes ont un statut de monopole sur chaque ligne. Cela signifie que les augmentations de tarifs dans ce secteur ne font que refléter les augmentations de l'indice annuel des prix à la consommation. En revanche, même si le transport aérien et les chemins de fer peuvent actuellement fixer leurs tarifs sans aucune restriction, le fait que ce soit une situation quasiment nouvelle et qu'à de très rares exceptions près (la ligne Madrid-Malaga), les entreprises fonctionnent avec un exploitant unique, signifie que la politique d'augmentation des tarifs ressemble beaucoup à celle qui existe pour les autocars. Dans tous les cas, il sera intéressant de connaître l'évolution des tarifs sur l'ensemble de la période étudiée afin de vérifier l'importance de l'impact sur le trafic généré.

6.1. Transport ferroviaire

C'est la diversité qui caractérise le mieux le système de tarification de l'AVE. Suivant l'exemple français, l'entreprise exploitante a décidé de mettre en place trois niveaux de tarifs : "Vallées" (*Valle)*, "Plaines" (L*lano*) et "Pointes" (P*unta*), selon l'heure à laquelle s'effectue le trajet. Il existe également trois niveaux de qualité de service : "Touriste" (T*urista*), "Préférentielle" (P*referente*) et "Club" (C*lub*), qui, en principe, donnent lieu à 9 tarifs différents pour chaque liaison. La tendance au cours de cette période est d'effectuer un ou, au plus, deux changements de tarifs par an. Les données concernant la liaison Madrid-Séville, la plus importante, sont présentées dans le Tableau 12.

Tableau 12. **AVE Madrid-Séville. Tarifs en Pesetas**

	Turista			Preferente			Club		
	Valle	Llano	Punta	Valle	Llano	Punta	Valle	Llano	Punta
21.04.92	6 000	7 200	8 400	8 400	10 100	11 800	11 800	14 100	16 500
26.09.93	6 600	7 900	8 900	9 100	10 800	12 500	12 100	14 300	16 500
18.03.94	6 800	8 400	9 100	9 400	11 500	12 800	12 500	14 400	16 500
02.01.95	6 900	8 500	9 100	10 400	11 700	12 800	12 500	14 500	16 500
10.09.95	7 600	8 900	9 200	11 400	12 700	13 200	13 700	15 600	16 500
% 92-95	26	23.60	14	35	25.70	11.80	16.10	10.60	0

La politique commerciale de l'entreprise consiste à augmenter les tarifs correspondant aux niveaux de service les plus bas et maintenir les plus élevés. En conséquence, le tarif "Vallées" dans les classes "Touriste" et "Préférentielle" a progressé au cours de la période de 26 et 35 pour cent respectivement. A l'opposé, le tarif "Pointes" dans la classe "Club" est resté inchangé, à 16 500 pesetas, depuis que la ligne existe.

Les navettes (voir Tableau 13 pour la liaison Madrid-Ciudad Real) ont connu un traitement différent. Ces services ne nécessitant pas une division des tarifs en Vallées, Plaines et Pointes, seuls deux types de places étaient disponibles depuis le début de l'exploitation. La nouveauté dans ce cas est la possibilité d'acheter des billets mensuels (nominatifs ou au porteur) et, dès fin 1994, des billets valables les jours ouvrés. Ces structures de tarification montrent le plus clairement les effets de l'induction du trafic (en termes d'augmentation du nombre de trajets, ou l'apparition de nouveaux utilisateurs) provenant de l'introduction du train à grande vitesse.

Tableau 13. **Navette Madrid-Ciudad Real**
Tarifs en Pesetas

			Abonnements mensuels				Abonnements mensuels (lundi à vendredi)			
	Billet simple		Nominatifs		Au porteur		Nominatifs		Au porteur	
	Turista	Club	Turista	Club	Turista	Club	Turista	Club	Turista	Club
18.10.92	1 800	2 400	50 000	65 000	60 000	80 000				
29.09.93	2 000	2 500	50 000	65 000	60 000	80 000				
18.03.94	2 200	2 600	55 000	65 000	66 000	80 000				
11.09.94	2 200	2 600	55 000	65 000	66 000	80 000	45 000	53 000	55 000	65 000
10.09.95	2 300	2 700	57 000	68 300	69 300	84 000	47 500	55 900	58 000	68 600
% 92-95	27	12	14	5	15.8	5	5.5	5.4	5.4	5.5

Mesurée en pourcentage, la tendance générale ressemble, dans le cas d'un billet simple, à celle que nous avons déjà décrite pour les trajets longue distance (Madrid-Séville). Cependant, pour les billets mensuels, l'effet est beaucoup plus faible, et, en réalité, les augmentations de tarifs au cours de cette période (entre 14 et 15 pour cent en classe touriste) sont très inférieures à la croissance cumulée de l'indice des prix dans l'économie espagnole. De leur côté, les prix des nouveaux billets valables du lundi au vendredi ont augmenté de 5.5 pour cent en 1995, pour tous les types de billets.

Les tarifs du "Talgo 200" ont également subi un traitement spécial, même si dans ce cas la simplification ne visait qu'à supprimer la classe "Club". Les données couvrant les trois liaisons desservies par les Talgo sont présentées dans les Tableaux 14, 15 et 16.

Comme nous pouvons le constater, l'évolution des tarifs est différente dans ce cas, car une distinction a été établie entre les classes "Touriste" et "Préférentielle", avec pour ces dernières des augmentations tarifaires beaucoup plus significatives que pour les premières. Des augmentations moins importantes ont été enregistrées pour la liaison Madrid-Huelva, classe Touriste (5.7 à 7.5 pour cent) et les plus importantes pour la liaison Madrid-Malaga, classe Préférentielle, dont les augmentations tarifaires variaient entre 17.5 et 19.5 pour cent.

Tableau 14. **Talgo 200 Madrid-Malaga. Tarifs en Pesetas**

	Turista			Preferente		
	Valle	Llano	Punta	Valle	Llano	Punta
31.01.93	6 000	6 600	6 900	8 400	9 200	9 700
18.03.94	6 400	7 100	7 300	8 700	9 500	9 900
02.01.95	6 600	7 400	7 700	10 000	11 000	11 400
% 93-95	10	12	11.5	19	19.5	17.5

Tableau 15. **Talgo 200 Madrid-Cadix. Tarifs en Pesetas**

	Turista			Preferente		
	Valle	Llano	Punta	Valle	Llano	Punta
26.07.93	7 300	8 000	8 400	10 200	11 100	11 700
18.03.94	7 700	8 500	8 800	10 500	11 400	11 800
02.01.95	8 000	8 900	9 100	11 900	13 400	13 600
% 93-95	9.5	11.2	8.3	16.6	20.7	16.2

Tableau 16. **Talgo 200 Madrid-Huelva. Tarifs en Pesetas**

	Turista			Preferente		
	Valle	Llano	Punta	Valle	Llano	Punta
26.07.93	6 900	6 900	8 000	9 700	9 700	11 100
02.01.95	7 300	7 300	8 600	11 100	11 100	12 700
% 93-95	5.7	5.7	7.5	14.4	14.4	14.4

6.2. Transport aérien

L'évolution des prix en classe touriste entre Madrid et chacun des aéroports d'Andalousie (nous continuons d'inclure les données pour Grenade à des fins de comparaison) est présentée dans le Tableau 17. Comme nous pouvons le constater, les entreprises exploitantes (ici Iberia et Aviaco) ont procédé, sur toute la période à des augmentations de tarifs variant entre 31.5 et 33 pour cent sur les liaisons avec Malaga, Grenade et Cadix alors que la liaison Madrid-Séville, dont le prix était comparable 1992 à celui de Madrid-Grenade, a connu des augmentations moins marquées, en accord avec l'évolution des tarifs ferroviaires, qui ont certainement dû être le point de référence constant, de sorte que les augmentations globales ont atteint à peine 20 pour cent, ce qui correspond à l'augmentation moyenne des tarifs de l'AVE, en classe Touriste, pendant la même période.

Tableau 17. **Transport aérien. Tarifs en Pesetas**

	1992	1993	1994	1995			% 92-95
				Janvier	Mai	Novembre	
Madrid-Séville	11 675	12 650	13 233	13 450	13 450	13 950	19.8
Madrid-Malaga	12 525	13 700	14 767	15 850	16 200	16 550	32
Madrid-Grenade	11 575	12 650	13 100	14 900	14 900	15 350	33
Madrid-Cadix (Jerez)	12 775	13 950	14 500	16 200	16 200	16 700	31.4

6.3. Autocars

Comme nous l'avons indiqué plus haut, les augmentations annuelles des tarifs des transports routiers sont fixés par les pouvoirs publics sur demande des entreprises exploitantes à partir de l'année suivant la concession de licence.

C'est pourquoi leur évolution sur l'ensemble de la période n'est pas particulièrement significative. Nous avons jugé intéressant de regrouper sur un graphique, les données correspondant aux tarifs 1995 pour les principales lignes étudiées (Tableau 18). Comme nous pouvons l'observer, il existe une différence considérable entre le prix par kilomètre sur la ligne Madrid-Ciudad Real et le prix sur les autres lignes. Cette différence est liée aux nouveautés introduites par les pouvoirs publics pour l'octroi de licences nouvelles, mises en pratique après la publication de la loi d'habilitation des transports routiers.

Tableau 18. **Autocars. Tarifs 1995 en Pesetas**

	Tarif	Pesetas/km
Madrid-Séville (520 km)	2 560	4.92
Madrid-Cadix (663 km)	2 905	4.38
Madrid-Cordoue (400 km)	1 490	3.72
Madrid-Malaga (544 km)	2 660	4.88
Madrid-C.Real (190 km)	1 525	8.02
Madrid-Grenade (434 km)	1 815	4.18

7. ANALYSE DE L'EFFET D'INDUCTION

7.1. Opinion des utilisateurs de l'AVE

Nous l'avons déjà indiqué, il est particulièrement difficile d'interpréter le concept de demande induite, en particulier lorsque l'objet étudié est, comme c'est le cas de l'AVE, une infrastructure entièrement nouvelle et ne venant pas compléter une infrastructure déjà en service.

Il semble évident que, dans une telle situation, le plus facile à déceler dans le comportement d'un utilisateur potentiel devrait être l'absence de disposition à voyager par un moyen de transport différent de celui utilisé. Une fois établi cela, et en tenant compte de toutes les précautions qui s'imposent à l'égard des enquêtes menées auprès des voyageurs sur ce qu'ils préfèrent et non ce qu'ils font, nous pensons qu'il est particulièrement intéressant de donner des

indications sur les résultats des enquêtes successives menées par le département des enquêtes de la RENFE auprès des voyageurs quelques mois après la mise en service de l'AVE.

Les questions auxquelles devaient répondre les utilisateurs sont les suivantes, à quelques variations près :

1. Si l'AVE n'était pas disponible, auriez-vous fait ce voyage ?
2. Quel moyen de transport auriez-vous alors choisi ?

Cinq enquêtes ont été menées depuis 1992 et les résultats font état d'une différence, comme nous allons le voir, entre les utilisateurs "longue distance", "navette" et "Talgo 200". Les données de la première étude (Tableau 19) montrent que 18.7 pour cent des utilisateurs n'auraient pas entrepris le voyage si l'AVE n'existait pas. Nous constatons que l'enquête a été menée à une époque où l'AVE fonctionnait depuis pratiquement un an, c'est-à-dire après disparition de tous les dysfonctionnements exceptionnels (liés à la nouveauté du service ou résultant des manifestations dans le cadre de l'Exposition Universelle de Séville).

Tableau 19. **Induction. Voyageurs utilisant l'AVE**

Si l'AVE n'existait pas, auriez-vous entrepris ce voyage ? (en %)	Mars 93	Nov. 93	Juillet 94	Nov. 94	Oct. 95
Non	18.7	12.0	13.4	16.1	11.7
Oui	80.2	87.7	85.7	83.4	87.8
n.d.	1.2	0.3	0.8	0.5	0.5

Les pourcentages diminuent considérablement, jusqu'à atteindre 12 pour cent, dans l'enquête de 1993, et fluctuent pour les années suivantes entre un maximum de 16.1 pour cent en novembre 1994 et un minimum de 11.7 pour cent en octobre 1995.

Les navettes présentent des aspects spécifiques et des différences assez marquées. En effet, la première enquête datant de juin 1993 a été achevée huit mois après la mise en service (vraisemblablement trop tôt) et les résultats

montrent que 28.7 pour cent des voyageurs effectuent ce trajet en raison de l'existence de l'AVE. Ce pourcentage reste quasiment inchangé dans la deuxième enquête, qui coïncide dans le temps avec celle effectuée pour le trafic "longue distance", mais diminue fortement au cours des années suivantes, atteignant des valeurs relativement analogues, quoique légèrement supérieures (entre 13.9 et 18.5 pour cent), à celles enregistrées pour les voyageurs Madrid-Séville.

Tableau 20. **Induction. Navettes**

Si la navette n'existait pas, auriez-vous entrepris ce voyage ? (en %)	Juin 93	Nov. 93	Août 94	Nov. 94	Oct. 95
Non	28.7	27.6	13.9	16.1	18.5
Oui	70	72.2	85.9	83.4	80.7
n.d.	1.3	0.2	0.2	0.5	0.7

Enfin, le Tableau 21 montre que les voyageurs du Talgo 200 expriment une préférence moins marquée pour la grande vitesse, ce qui est normal étant donné qu'ils utilisent des services "améliorés" et non entièrement "nouveaux". La première enquête de juin 1993, qui date de la mise en oeuvre de ces services, montre que 15 voyageurs sur 100 n'auraient pas fait le voyage si l'AVE n'existait pas. En revanche, les enquêtes de 1994 et de 1995 donnent des pourcentages très faibles et vraisemblablement davantage en accord avec la réalité, avec un taux de voyageurs induit variant entre 3 et 6.9 pour cent.

Tableau 21. **Induction. Talgo 200**

Si le Talgo 200 n'existait pas, auriez-vous entrepris ce voyage ? (en %)	Juin 93	Déc. 93	Avril 95	Août 95
Non	15	3	6.9	6.36
Oui	82.9	95.5	91.0	92.87
n.d.	2.1	1.5	2	0.77

Il convient de noter que, dans toutes les enquêtes, le pourcentage de personnes refusant de répondre est extrêmement faible, ce qui signifie, réponse sincère ou non, que l'utilisateur a généralement une opinion établie.

Les réponses à la deuxième question étaient tout aussi intéressantes : quel moyen de transport utiliseriez-vous si l'AVE n'existait pas ? L'enquête de 1994 donne les résultats suivants :

- Pour la liaison Madrid-Séville, 520 kilomètres par la route malgré l'autoroute, 48.9 pour cent des voyageurs potentiels auraient pris l'avion, contre seulement 7 pour cent la voiture et 6 pour cent l'autocar.
- Les utilisateurs de la navette qui préfèrent la voiture particulière représentent 54.7 pour cent (il n'y a pas d'aéroport à Ciudad Real) et 20.3 pour cent préfèrent l'autocar, alors que les préférences des utilisateurs du Talgo 200 sont respectivement les suivantes, pour l'avion (25.6 pour cent), pour la voiture particulière (19.6 pour cent) et pour l'autocar (12.3 pour cent).
- Si l'utilisation possible d'une voie ferrée conventionnelle ou d'un train traditionnel n'arrive qu'en troisième choix pour les voyageurs Madrid-Séville, cette option prend la seconde place pour les utilisateurs de la navette et la première pour ceux du Talgo 200. Cela est assez logique si, comme nous l'avons dit plus haut, le Talgo 200 représente, aux yeux de l'utilisateur, une amélioration considérable par rapport au train conventionnel mais pas un produit différent.

Si nous laissons un instant de côté les chiffres, il semble évident que des effets d'induction (à la fois en termes d'augmentation du nombre de voyages par utilisateur et de la décision de voyager de ceux qui, sinon, n'auraient pas pris une telle décision) doivent être repérés sur la liaison Madrid-Cordoue-Séville ainsi que sur les navettes. En premier lieu, parce que la réduction considérable du temps de trajet permet de faire l'aller-retour le même jour, ce qui supprime les frais de logement. Par ailleurs, l'aéroport de Cordoue n'a quasiment pas de fonction commerciale, ce qui serait une justification supplémentaire. Concernant les navettes, outre la situation que nous venons de souligner, il doit exister et il existe des preuves que deux conditions complémentaires jouent en faveur d'une induction de trafic. Premièrement, l'augmentation du nombre d'habitants à Ciudad Real et à Puertollano attirés par des logements moins chers, la nouvelle offre ferroviaire permettant le développement de tout ou partie des activités professionnelles à Madrid, notamment pour les professions libérales. Deuxièmement, il faut mentionner le flux massif d'étudiants qui, si l'AVE n'existait pas, seraient obligés de dépenser

tous les mois des sommes considérables, notamment pour se loger, afin de fréquenter l'université à Madrid. Pour les étudiants et les personnes qui travaillent, la durée du trajet dans les sièges confortables de l'AVE peut même fournir une occasion d'étudier ou de travailler. Il faut rappeler que, pour Ciudad Real ou Puertollano, la durée du trajet est inférieure à une heure.

Cette réflexion trouve un fondement plus solide si nous étudions les informations relatives à une autre composante de l'effet d'induction, celle liée à l'augmentation de la fréquence du nombre de voyages effectués.

A cet égard, les différentes enquêtes menées par la RENFE donnent les résultats présentés dans le Tableau 22. Comme nous pouvons le constater, la donnée la plus importante est le fort pourcentage d'utilisateurs qui effectuent plus de quatre voyages hebdomadaires. Ce taux était déjà de 23 pour cent en avril 1993 et il a eu tendance à diminuer au cours de la période mai-novembre 1994 (qui correspond, du moins en partie, au changement de la tarification) pour reprendre plus tard et atteindre des valeurs maximales dans l'enquête de septembre 1995.

Tableau 22. **Induction. Fréquence des trajets. Navettes**

Pourcentages	Avril 1993	Juin 1994	Novembre 1994	Septembre 1995
4 trajets au moins par semaine	26.9	29.0	19.1	30.0
2 trajets par semaine	8.3	11.4	11.4	8.5
2 trajets par quinzaine	14.7	14.6	21.2	13.1
2 trajets par mois	12.8	18.6	16.3	15.7
2 trajets par trimestre	9.0	8.8	12.5	13.9
moins de 2 trajets par trimestre	13.5	5.7	7.6	11.0
premier voyage sur cette ligne	14.7	10.4	10.7	8.1

La fréquence de 2 trajets hebdomadaires reste relativement stable (entre 8.3 et 11.4 pour cent) sur toute la période. C'est la troisième catégorie de fréquence (2 trajets par quinzaine) qui semble absorber la baisse enregistrée fin 1994. Cela indique un effet de transfert vers le groupe immédiatement en dessous, qui ne se répercute cependant pas jusqu'au quatrième niveau.

Pour le Talgo 200 (Tableau 23), toutes les catégories de fréquence se situent dans des limites relativement stables, même s'il est vrai que, si nous devions parler d'un quelconque effet, ce serait de la baisse systématique du pourcentage d'utilisateurs qui effectuent plus de quatre trajets hebdomadaires, en contrepartie d'une augmentation, dans des proportions relativement analogues, du nombre de ceux qui effectuent un aller-retour hebdomadaire.

Concernant les trajets à longue distance (Tableau 24), les données de 1993 font état de 33.7 pour cent de passagers effectuant leur premier voyage sur cette ligne, ce qui donne une très bonne idée de l'attrait de l'AVE sur les utilisateurs potentiels. En octobre 1995, ce pourcentage atteignait le niveau relativement élevé de 20 pour cent. Les utilisateurs des deux premières catégories, qui représentaient 9.6 pour cent en mars 1993, atteignaient 19.8 pour cent en 1995.

Tableau 23. **Induction. Fréquence des trajets. Talgo 200**

Pourcentages	Juin 1994	Novembre 1994	Septembre 1995
4 trajets au moins par semaine	4.6	3.7	1.3
2 trajets par semaine	2.6	5.6	5.8
2 trajets par quinzaine	10.8	10.1	9.0
2 trajets par mois	15.5	12.9	15.2
2 trajets par trimestre	23.8	23.5	23.6
moins de 2 trajets par trimestre	24.2	24.4	26.1
premier voyage sur cette ligne	18.3	18.1	19.3

Tableau 24. **Induction. Fréquence des trajets. AVE (longue distance)**

Pourcentages	Avril 1993	Juin 1994	Novembre 1994	Septembre 1995
4 trajets au moins par semaine	5.0	5.6	6.9	7.9
2 trajets par semaine	4.6	11.8	8.7	11.9
2 trajets par quinzaine	7.4	9.8	11.1	11.8
2 trajets par mois	9.4	18.3	15.4	14.4
2 trajets par trimestre	16.9	18.8	14.5	15.6
moins de 2 trajets par trimestre	23.1	16.2	21.0	18.2
premier voyage sur cette ligne	33.7	18.6	22.2	20.0

La ligne Madrid-Cordoue-Séville est en général plus difficile à analyser. Les données relatives à la croissance (Diagrammes 8 et 9) apparaissent quelque peu erratiques et, notamment dans le cas de Séville, on pourrait penser qu'en principe, l'effet dominant est un transfert par rapport à l'avion. En ce sens, il convient d'observer que 1994 -- année stable pour le trafic sur l'AVE Madrid-Séville -- coïncide avec une augmentation de 5.6 pour cent des utilisateurs des transports aériens, alors qu'en 1995 le trafic de l'AVE s'est accru de 10.8 pour cent tandis que le nombre des usagers du transport aérien baissait de 3.6 pour cent.

Dans tous les cas, si nous comparons des valeurs absolues concernant le nombre de voyageurs par mode de transport, il est évident que la raison de l'augmentation n'est que très peu attribuable à un transfert modal. Les causes intrinsèques qu'il reste à analyser sont respectivement l'offre, les tarifs et les horaires.

7.2. Offre et induction

A la recherche d'interprétations convaincantes de la diminution du trafic en 1994 et de sa reprise en 1995 sur la liaison Madrid-Séville (la plus importante du réseau AVE), les représentants de la RENFE se sont tournés vers les tableaux horaires. En effet, immédiatement après l'Exposition Universelle de 1992, l'entreprise ferroviaire espagnole a modifié les horaires de 56 trains

hebdomadaires dans chaque direction car elle prévoyait, à juste titre, une forte récession de la demande. Ces valeurs ont été modifiées à la hausse par deux fois au cours du premier semestre 1993 avec une augmentation forte du trafic par rapport au mois précédent, bien qu'il n'y ait eu jusqu'ici aucune possibilité de comparaison avec les situations précédentes. Un nouvel ajustement à la baisse a eu lieu en septembre 1993, dont les effets (sous la forme d'une augmentation limitée de la demande) se sont faits sentir le mois suivant. Le scénario s'est poursuivi jusqu'en septembre 1994, les conséquences les plus défavorables apparaissant au cours de la période avril-août de la même année, entraînant une chute considérable du nombre de voyageurs, responsable de la stagnation enregistrée pour l'ensemble de l'année. Enfin, l'augmentation du nombre de trains en septembre 1994 et en septembre 1995 a généré une croissance soutenue de la demande dont l'effet s'est poursuivi tout au long de l'année, sans exception.

Cette interprétation, parfaitement plausible, se justifie par le fait que si l'entreprise exploitante essaie de porter à son maximum le taux de remplissage, le client potentiel est parfois trop limité dans le choix de sa façon de voyager (impossibilité de choisir la classe, l'horaire, les zones fumeurs/non fumeurs, etc.). Cela dissuade certains voyageurs, qui se tournent vers l'avion, qui récupère ainsi une partie des trajets perdus par l'AVE.

Nous pourrions à présent indiquer que, pour le train, il existe une demande induite, résultant davantage de certaines caractéristiques du service fourni que de l'offre d'infrastructure. La durée du trajet ne ferait certainement pas partie de ces caractéristiques. La preuve de la confiance placée par la direction de l'AVE dans cette approche est que, depuis le 24 mars 1996, l'entreprise prévoit 90 trains dans chaque direction entre Madrid et Séville.

Les transports aériens poursuivent une politique d'offre qui diffère considérablement de ce que nous venons de décrire pour l'AVE où la tendance était, en principe, d'ajuster le nombre de places disponibles aux conditions du marché.

Le Tableau 8 présente avec précision l'évolution de cette stratégie tout au long de la période considérée. L'année 1992 représente un record, avec 125 vols hebdomadaires entre Madrid et Séville. En 1993, année où la demande satisfaite a été réduite de près des deux tiers, le nombre des vols hebdomadaires disponibles variait entre 57 et 45. En 1994, année qui a enregistré le plus grand nombre de passagers transportés depuis les 3 dernières années, l'entreprise exploitante a maximisé l'offre en faisant varier ses vols hebdomadaires de 42 au

maximum à 15 au minimum. Pour 1995, il a été en revanche décidé de proposer une offre constante de 31 vols/semaine, ce qui a entraîné une perte de quelque 10 000 passagers transportés pour l'année (- 3.6 pour cent).

L'évolution de la liaison Madrid-Malaga est assez comparable, bien qu'à un degré moindre, à celle de la liaison Madrid-Séville. Comme le montre le Tableau 8, le résultat final pour 1995 est une offre constante, ajustée à la baisse pendant l'année pour l'ensemble des services. Le cas de Grenade constitue une exception et résulte de la demande générée par les préparatifs des championnats du monde de ski.

En bref, devant l'impossibilité de faire face à la décision de l'entreprise ferroviaire d'augmenter son offre, et étant donné le coût élevé probable de l'ajustement de l'offre à la demande du marché, les compagnies aériennes ont décidé d'adopter une politique prudente consistant en une offre plus rigide et réduite. Au vu de l'amélioration des coefficients de remplissage et de la réduction probable du coût/passager-kilomètre (à l'inverse de ce qui doit se passer pour l'AVE), il faut convenir que cette politique est appropriée.

7.3. Tarification et induction

Concernant les tarifs, et notamment leurs augmentations périodiques, il est impossible de déceler un quelconque effet global dissuasif ou inductif défini avec suffisamment de clarté. La comparaison entre le trafic et les indicateurs tarifaires semble indiquer que les utilisateurs de tous les modes de transport acceptent en principe, sans rechigner, les augmentations de tarifs qui ont généralement lieu régulièrement à la même période de l'année et qui, selon les entreprises exploitantes, sont liées aux augmentations générales des indices des prix ce qui, dans la plupart des cas, n'est pas vrai.

Cette absence de corrélation apparaît très nettement si l'on compare l'évolution de l'augmentation du nombre des voyageurs longue distance dans les classes "Club", "Préférentielle" et "Touriste" (Tableau 25) avec l'évolution correspondante des tarifs pour ces mêmes classes, comme le montre le Tableau 12.

Tableau 25. **AVE longue distance.**
Évolution du nombre total de voyageurs par type de billet

	Club	Préférentielle	Touriste
1992	78 291	270 964	827 217
1993	96 134	412 302	1 366 831
1994	92 853	430 269	1 413 581
1995	96 350	470 525	1 520 950
% 1993-1995	0	14	11.3

Précision supplémentaire : les enquêtes menées auprès des voyageurs utilisant l'AVE (la dernière enquête datant d'octobre 1995) montrent que 42 pour cent des utilisateurs des services longue distance considèrent que les tarifs sont raisonnables, alors que 7 pour cent seulement les considèrent comme trop élevés. Les pourcentages "d'acceptation" atteignent 44 pour cent pour les navettes et 54 pour cent pour le Talgo 200.

Cependant, il existe une exception notable à la description fournie : les navettes. Elles assurent des liaisons pour lesquelles les voyageurs ont tendance à se comporter comme des utilisateurs de trains intercités. Le Diagramme 6 indique comment la très forte croissance du trafic sur la liaison Madrid-Ciudad Real au cours des premiers mois de 1994 a été réduite en avril de la même année suite à une augmentation des tarifs (10 pour cent) de tous les billets de la classe touriste. Cette baisse du nombre de voyageurs s'est maintenue précisément jusqu'en septembre 1994, lorsqu'un nouveau billet à la semaine a été mis sur le marché qui, même sans représenter une réduction substantielle du prix par trajet, correspondait davantage aux souhaits des utilisateurs. Cet aspect qualitatif, plutôt que quantitatif, doit être souligné lorsqu'on analyse la relation entre les augmentations du trafic et les politiques de tarification dans le cas étudié.

7.4. Trajets plus rapides et induction

Le Tableau 26 présente des informations sur les temps de déplacement pour les principales liaisons dans le couloir considéré, pour les différents modes de transport. Ces données se rapportent strictement à la durée du trajet, sans prendre en considération les temps d'accès, d'attente et de dispersion des voyageurs qui, comme tout le monde le sait, peuvent être considérables dans le cas du transport aérien où, dans l'ensemble, le temps total passé à voyager est

trois fois supérieur à la durée du trajet proprement dit pour l'ensemble des relations analysées. Cette situation est plus rare pour les autres modes de transport, particulièrement dans la perception qu'en ont les utilisateurs.

Tableau 26. **Durée du trajet**

	Auto-car	Train traditionnel	AVE/Talgo 200	Avion	Automobile hors autoroute	Automobile sur autoroute
Madrid-Séville	6 h	6 h	2 h 30	0 h 55	6 h 30	4 h 45
Madrid-Cordoue	4 h 15	5 h	1 h 40		5 h	3 h 35
Madrid-Cadix	7 h 45	7 h 40	5 h 10	0 h 55	7 h 45	6 h
Madrid-Malaga	6 h 30	7 h 20	4 h 40	1 h	6 h 50	5 h
Madrid-Ciudad Real	2 h 30	2 h 55	0 h 48		2 h 25	2 h
Madrid-Puertollano	3 h 45	3 h 42	1 h 05		2 h 55	2 h 30
Puertollano-Ciudad Real	0 h 45	0 h 47	0 h 17		0 h 30	0 h 30
Madrid-Huelva	7 h 15	5 h	7 h 30		7 h 50	5 h 35

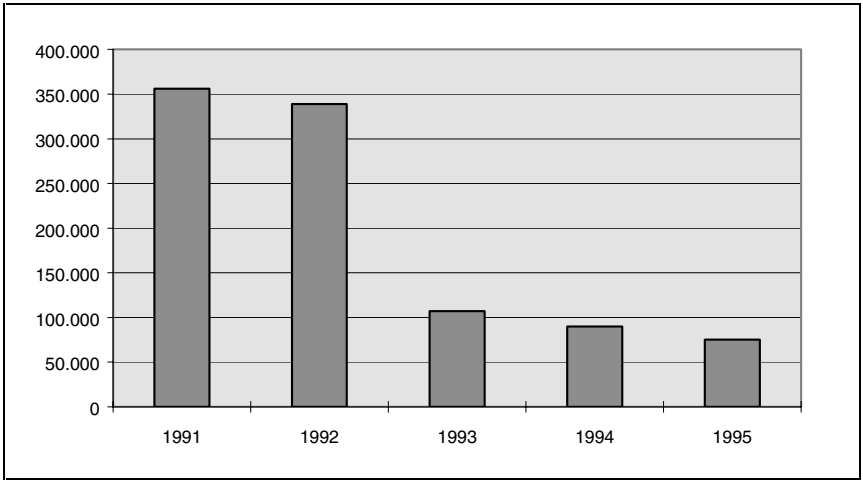
Une comparaison des données corrobore en général les observations faites tout au long de cette contribution de façon à interpréter la nouvelle configuration du trafic dans le couloir. S'il faut remarquer une chose, c'est, d'une part, la relation entre la réduction de la durée du trajet sur les liaisons routières et les augmentations du trafic moyen journalier sur un an, enregistrées au niveau des stations de comptage et, d'autre part, les répercussions de la mise en service de l'AVE sur les services ferroviaires traditionnels.

Il est évident que de telles différences dans le temps de transport ne pouvaient qu'entraîner la disparition, tôt ou tard, des services ferroviaires traditionnels. Cela a quasiment été le cas. La RENFE ne fait actuellement circuler quotidiennement qu'un seul train de nuit dans chaque direction sur la liaison Madrid-Séville-Cadix-Algesiras, alors que les services intercités ont pratiquement disparu en 1993.

Le Diagramme 15 présente l'évolution du trafic ferroviaire empruntant les trains traditionnels sur cette liaison, pour la période 1991-1995. Ce qui doit en ressortir en fait, ce n'est pas tant la réduction drastique du nombre de voyageurs

sur les trains conventionnels, que le bond quantitatif impressionnant pour l'ensemble du trafic ferroviaire : de 356 000 voyageurs utilisant le train entre Madrid et Séville en 1991, on est passé à plus de 1 400 000 en 1995.

Diagramme 15. Train conventionnel Madrid-Séville. Passagers transportés



8. CONCLUSIONS

L'objectif fondamental de cette contribution était d'identifier les facteurs qui, à notre avis, ont à ce jour eu l'effet le plus significatif sur le trafic nouveau généré au niveau des infrastructures qui permettent de relier Madrid aux principales villes d'Andalousie.

Nous avons essayé de considérer l'induction à la fois comme le nombre de trajets générés par de nouveaux utilisateurs et comme l'augmentation de la fréquence des trajets effectués par les voyageurs habituels.

Par rapport aux données, en général assez précises qui concernent le chemin de fer à grande vitesse et sa concurrence avec le transport aérien, les informations chiffrées relatives aux routes sont d'une certaine manière indirectes car il n'existe pas d'enquêtes systématiques (origine-destination) dans ce secteur.

Les preuves disponibles, qui sont précises dans le cas de l'AVE et de l'autocar et "intuitives" pour les véhicules particuliers, montrent qu'il existe pour le couloir examiné des augmentations cumulées de la demande satisfaite sur toute la période qui, selon le cas, sont deux à quatre fois supérieures aux valeurs moyennes correspondantes enregistrées pour l'accroissement de la mobilité au niveau national.

Bien qu'apparaissant comme la principale victime dans le processus de substitution de la demande, le transport aérien semble avoir trouvé une position stable sur le marché.

Les enquêtes successives menées parmi les utilisateurs de l'AVE prouvent l'ampleur de l'effet d'induction qui, bien qu'assez intense sur la liaison Madrid-Séville, est particulièrement marqué sur les liaisons Madrid-Ciudad Real-Puertollano. Les services du Talgo 200 en revanche, n'ont réussi que, dans une proportion très modeste, à capter un trafic nouveau.

Dans le cas de l'AVE, l'ampleur de l'offre semble être un facteur déterminant pour capter le trafic nouveau et conditionne la possibilité de réaction du secteur des transports aériens, qui, après quelques tentatives visant à maintenir une offre flexible, a opté pour une offre rigide revue à la baisse.

En revanche, eu égard à l'induction ou aux conditions de la demande, les tarifs ne semblent pas être un facteur significatif pour l'un ou l'autre mode de transport ou l'une ou l'autre liaison, du moins si nous analysons les tarifs et leur augmentation en termes quantitatifs. En termes qualitatifs, une offre de tarifs très diversifiée peut apparaître comme la cause d'augmentations considérables de la demande pour certaines liaisons spécifiques.

Une section de cette contribution était consacrée à une analyse rétrospective de l'ouverture de la première ligne Madrid-Séville-Cadix, expérience qui remonte loin dans le temps, mais qui présente un lien intéressant avec ce que nous avons étudié ici. Nous pourrions établir une analogie où l'AVE jouerait le rôle d'un mode de transport capable de dominer le marché, et l'avion celui d'un mode de transport obsolète à présent incapable d'être concurrentiel dans le nouvel environnement. Cependant, notre objectif était plus large : nous avons en effet essayé de mettre en garde contre les risques qui résident dans les "mirages" possibles dus à la présence d'un nouveau mode d'exploitation ou d'un nouveau moyen de transport sur le marché.

BIBLIOGRAPHIE

Wais San Martín, F. (1967), *Historia General de los Ferrocarriles Españoles*, Editora Nacional.

Artola, M. (1978), *Los Ferrocarriles en España: 1844-1943*, Servicio de Estudios del Banco de España.

Hills, Peter J. (1996), "What is Induced Traffic?", *Transportation,* V. 23.

Goodwin, Phil B. (1996), "Empirical Evidence on Induced Traffic. A review and synthesis", *Transportation,* V. 23.

Inglada López de Sabando, V. (1994), "Análisis empírico del impacto del AVE sobre la demanda de transporte en el corredor Madrid-Sevilla", *Estudios de Transportes y Comunicaciones,* No. 62.

Bonnafous, A. (1987), "The regional impact of the TGV", *Transportation,* V. 14.

Nash, C.A. (1991), "The case for high-speed rail", *Investigaciones Económicas,*V. 15.

Owen, A.D. et Philips G.D.A. (1987), "The characteristics of railways passenger demand", *Journal of Transport Economics and Policy*, V. 21.

Madrazo, S. (1991), *La edad de oro de las diligencias*, Nerea.

RENFE (1993), *Estudio del producto AVE: El viaje en AVE*, avril-décembre.

RENFE (1993), *Estudio de producto Talgo 200*, juillet-décembre.

RENFE (1994), *Estudio de producto AVE. Larga distancia, Lanzadera y Talgo 200*, juillet-novembre.

RENFE (1995), *Estudio de producto AVE: Larga distancia, Lanzadera y Talgo 200*, avril.

FRANCE

François PLASSARD
École Nationale des Travaux Publics de l'État
Vaulx-en-Velin
France

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....121

1. MOBILITÉ ET INFRASTRUCTURES.....122

1.1. La distinction entre trafic et mobilité.....122
1.2. L'abandon d'une relation causale simple.....123
1.3. Les relations prises en compte dans les modèles.....125

2. LES RELATIONS EXPÉRIMENTALES.....127

2.1. L'exemple du TGV français.....127
2.2. Le réseau autoroutier.....134
2.3. Deux modèles de trafic pour les transports urbains et régionaux.....138
2.4. Conclusion.....141

3. MOBILITÉ, INFRASTRUCTURES ET SYSTÈMES DE TRANSPORT.....141

3.1. Un système global de transports.....142
3.2. De nouvelles formes de mobilité.....143
3.3. Infrastructures de transport et organisation de l'espace.....144

CONCLUSION.....148

NOTES.....150

Vaulx-en-Velin, juin 1996

INTRODUCTION

Face à l'accroissement régulier du trafic dans tous les pays du monde, quel que soit le mode de transport, on ne peut que s'interroger sur les déterminants de cette progression. Cette mobilité toujours plus grande des personnes aussi bien que des marchandises est-elle un phénomène inéluctable, renvoyant aux désirs de liberté inscrits au tréfonds de chaque individu, ou bien a-t-elle des déterminants clairement identifiables qui permettraient éventuellement d'agir sur elle ?

Elle apparaît en un premier temps comme une des caractéristiques d'un certain mode de vie, développé par les sociétés industrielles, et cette forme de mobilité se diffuse progressivement, mais semble-t-il de façon irréversible, dans tous les pays au fur et à mesure qu'ils s'intègrent dans le réseau des économies de marché. Il paraît alors difficile de séparer la mobilité des infrastructures qui la conditionnent.

Mais il faut constater en même temps que tous les pays industrialisés ont mené une politique de développement des infrastructures de transport dans le double but de maintenir une fluidité suffisante du trafic dans les zones à fort trafic, et de désenclaver les régions moins industrialisées dans un souci d'aménagement du territoire. On peut alors se demander quelles sont les conséquences de ce type d'investissement, et s'il ne favorise pas un accroissement de plus en plus incontrôlé de la mobilité.

Pour répondre à cette question, il est nécessaire en un premier temps de préciser la nature de la **mobilité** et les relations qu'elle peut entretenir avec le développement des infrastructures. Un certain nombre d'études et de recherches, qui portent sur l'évolution de la mobilité, permettent de mieux préciser **la place des infrastructures** dans ces évolutions. Enfin la question des relations entre croissance de la mobilité et nouvelles infrastructures renvoie à la

question plus fondamentale du **système de transport**, dans la mesure où la mobilité renvoie aux comportements globaux de déplacement et donc à l'organisation de l'espace.

1. MOBILITÉ ET INFRASTRUCTURES

Comme cela a été fait en son temps pour les conséquences des infrastructures de transport sur le développement régional[1], il serait tentant de chercher à établir une relation de causalité simple entre le développement des infrastructures et la croissance de la mobilité. Cela serait d'autant plus facile que les données disponibles montrent clairement que, dans la plupart des pays, les deux séries sont croissantes et qu'il est possible de mettre en évidence une forte corrélation.

Mais cette conception quelque peu simpliste doit être dépassée pour au moins deux raisons :

- d'une part la notion de mobilité est trop imprécise et peut donner lieu à des interprétations tout à fait contradictoires ;
- d'autre part il faut chercher à mettre en évidence les instances intermédiaires qui expliquent les relations éventuelles entre le développement des infrastructures de transport et la croissance de la mobilité.

1.1. La distinction entre trafic et mobilité

La plupart des statistiques disponibles à l'heure actuelle concernent le trafic et non la mobilité. Or il faut soigneusement les distinguer. En effet la première notion renvoie à l'occupation des infrastructures, tandis que la seconde fait référence aux comportements des individus. Bien plus une stabilité du trafic peut cacher des transformations de la mobilité, tandis qu'une croissance de ce même trafic peut correspondre à des pratiques de mobilité très stables.

Le **trafic** d'une infrastructure est défini comme le nombre d'unités (véhicules, voyageurs, tonnes, etc.) utilisant une section d'une infrastructure pendant une unité de temps donnée : 50 000 véhicules par jour sur une autoroute, par exemple.

De son coté la **mobilité** peut être définie comme le nombre de déplacements réalisés par une personne en un jour (ou une année par exemple, etc.). La notion de mobilité renvoie à la définition des déplacements : le plus souvent on définit un déplacement comme l'ensemble des voyages successifs (éventuellement au moyen de différents modes de transport) permettant de réaliser une activité. Ces définitions montrent clairement que, dans le domaine des transports urbains par exemple, les chiffres annoncés par les compagnies de transport publics (nombre de voyages) ne permettent pas toujours d'évaluer la mobilité des personnes.

Derrière la simplicité apparente du terme se cachent de redoutables questions de définition et de mesure, mais surtout il n'est pas possible d'appréhender les relations entre infrastructures de transport et mobilité sous la forme d'une relation de causalité simple.

1.2. L'abandon d'une relation causale simple

Tout ce que l'on constate, c'est que, dans les pays industrialisés, les séries statistiques relatives au trafic ou à la mobilité, et les séries relatives aux infrastructures (en termes de dépenses d'investissement ou de longueur utilisable) sont toutes deux croissantes. L'exemple du trafic poids lourds sur autoroutes est particulièrement significatif et illustre bien la façon dont il est souhaitable d'aborder la question.

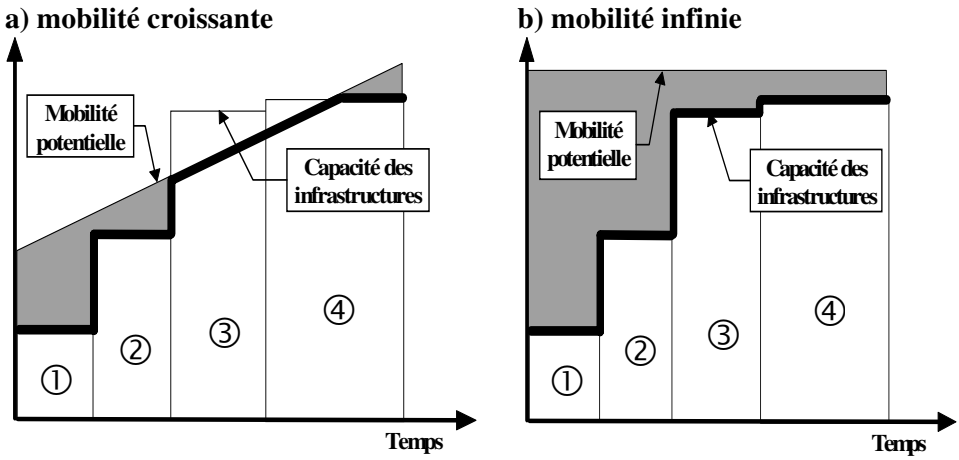
On constate en France une forte croissance du trafic poids lourds sur autoroutes au fur et à mesure que ce réseau se développe. Peut-on en déduire que les autoroutes ont été la cause du développement de ce trafic ? Il est indéniable que le développement du réseau autoroutier a modifié le comportement aussi bien des chargeurs que des transporteurs. Les premiers, intégrant dans leurs stratégies d'entreprise l'amélioration des conditions de circulation liées à l'ouverture de nouveaux tronçons autoroutiers, ont progressivement modifié leurs comportements : ils ont spécialisé leurs unités de production et garanti la cohérence du système de production par une circulation plus importante des marchandises ; ils ont notablement réduit leurs stocks pour fonctionner à flux tendus. On peut alors faire trois constatations :

1. les plus grandes facilités de circulation apportées par l'autoroute ont modifié les rapports entre les divers facteurs de production, et tout naturellement les entrepreneurs ont utilisé en plus grande quantité le facteur de production le moins cher, à savoir le transport ;

2. ce n'est pas tant l'existence de l'autoroute qui a modifié les pratiques de mobilité, que la transformation du système de production rendue possible par la baisse des coûts de transport ; c'est sans doute le faible coût des transports routiers sur autoroute qui est responsable du développement des transports de marchandises sur cette infrastructure ;
3. enfin, la croissance du trafic de poids lourds sur autoroutes ne correspond pas nécessairement à une croissance globale du trafic de marchandises, car pour une large part, elle s'explique par un transfert modal du fer vers la route.

Si l'on abandonne toute forme de relation directe entre croissance des infrastructures et augmentation de la mobilité, on peut toutefois, à la suite de certains auteurs, retenir une relation entre transports et infrastructures qui attribue à celles-ci un rôle de contrainte.

Figure 1. **Trafic, mobilité et capacité des infrastructures**



En effet, comme le montre la Figure 1a, on peut considérer que l'évolution de la mobilité relève d'une tendance lourde qui dépend largement de déterminants extérieurs, et que les infrastructures ont un pouvoir limitant. Lorsque l'on passe de la période ① à la période ②, on peut croire que la création de l'infrastructure est à l'origine de la croissance forte de la mobilité. En réalité, la mobilité était faible durant la période ① en raison de l'insuffisance des infrastructures par rapport au niveau de mobilité souhaité. Lorsque l'on passe de la période ② à la période ③, la croissance de la mobilité est plus faible

que ce que pourrait laisser attendre la nouvelle infrastructure, et quand on atteint la période ④, aucune mobilité supplémentaire n'apparaît liée aux infrastructures.

En revanche, si l'on considère que la mobilité potentielle est infinie, comme le montre la Figure 1b, c'est la capacité des infrastructures qui fixe les bornes de la mobilité. Il y a alors équivalence entre croissance de la mobilité et accroissement de la capacité des infrastructures.

1.3. Les relations prises en compte dans les modèles

Même s'ils ne concernent pas, le plus souvent, la mobilité mais davantage le trafic, la conception des modèles de prévision donne des indications sur les relations que l'on peut établir entre infrastructures et croissance de la mobilité. Quelle que soit la structure mathématique qu'ils adoptent, qu'ils soient de nature agrégée ou désagrégée, tous les modèles distinguent une fonction de génération et une fonction de résistance.

Sous sa forme la plus simple, le modèle gravitaire de prévision du trafic T entre deux lieux i et j peut se noter :

$$\mathbf{T_{ij}} = \frac{\mathbf{M_i^{\alpha} M_j^{\beta}}}{\mathbf{C_{ij}^{\gamma}}}$$

où le numérateur inclut les variables de génération du trafic, et le dénominateur les variables de résistance spatiale.

Dans tous les grands modèles, on ne trouve pas de variable représentant l'infrastructure parmi les variables de génération ; en revanche, on trouve dans le facteur de résistance la prise en compte, sous des formes diverses, du coût lié au franchissement de l'espace.

1.3.1. Les déterminants de la mobilité

Comme le montrent le Tableau 1 et le Tableau 2, ce sont surtout des indicateurs de richesse qui expliquent le mieux la croissance de la mobilité, qu'il s'agisse de la richesse nationale pour les transports de marchandises ou le

revenu des ménages pour les transports de personnes. La prise en compte du niveau des prix des différents modes intervient pour déterminer le revenu réel des ménages et pour calculer les prix relatifs des divers modes de transport.

Tableau 1. **Les modèles de transport de marchandises**[2]

Mode	Source	Variables utilisées
Route	Direction de la Prévision (66-90)	• PIB marchand
Route	OEST (85-90)	• Production industrielle • Prix des transports routiers
Fer	SNCF (62-80)	• Demande de biens industriels
Fer	Direction de la Prévision (66-90)	• PIB marchand

Tableau 2. **Les modèles de transport de personnes**[3]

Mode	Source et années de référence	Variables utilisées
Circulation routière réseau national (parcours)	OEST (71-80)	• Consommation des ménages • Prix des carburants
Circulation routière des ménages (véhicules particuliers)	OEST (75-89)	• Produit intérieur brut • Prix des carburants
SNCF (réseau principal)	OEST (70-90)	• Consommation des ménages • Prix SNCF • Prix des carburants

Ces divers modèles de prévision font toutefois référence aux infrastructures, mais c'est essentiellement pour souligner les risques de saturation en raison de l'écart qui peut exister entre la capacité des réseaux routier et autoroutier et la demande prévisible de déplacements[4]. La prise en compte de la relation entre infrastructures et évolution de la demande de transport relève dans ces modèles de la même approche que celle évoquée dans la Figure 1b.

1.3.2. La fonction de résistance

Tous les modèles de prévision de trafic reposent sur la prise en compte d'une fonction de résistance spatiale, qui exprime le coût (économique), la pénibilité (psychologique) liés au franchissement de l'espace. Alors que dans les premiers modèles cette fonction ne prenait en compte que le coût de transport, elle s'est progressivement complexifiée pour intégrer le temps passé dans les transports, la pénibilité, les plus ou moins grandes fréquences des transports publics. Nous aurons l'occasion de revenir par la suite sur un exemple précis de calcul du coût généralisé (paragraphe 2.3.2.) dans le cadre du modèle régional Lyon-Saint-Étienne.

C'est donc davantage par le coût d'accès aux infrastructures, coût économique ou coût ressenti, que les nouvelles infrastructures auraient une influence sur la mobilité. La mise en service d'une autoroute gratuite permettra l'apparition de nouveaux déplacements, impossibles jusque-là en raison de temps de déplacements trop longs. L'évolution des coûts de franchissement de l'espace provoque un nouvel arbitrage des chargeurs ou des ménages entre la mobilité et l'immobilité et entre les diverses formes possibles de mobilité.

2. LES RELATIONS EXPÉRIMENTALES

Les **autoroutes** sont, parmi toutes les infrastructures de transport, celles pour lesquelles on dispose d'un recul temporel suffisant pour pouvoir apprécier les transformations qu'elles ont introduites dans la mobilité. Mais c'est sans doute la **grande vitesse ferroviaire** qui a reposé avec la plus d'acuité la question de la liaison entre infrastructure nouvelle et mobilité, dans la mesure où la première ligne française a été à l'origine de variations considérables de la mobilité. On ne peut enfin passer sous silence les conséquences des nouvelles infrastructures de **transports urbains**, et l'exemple de Lyon aboutit à des conclusions réservées.

2.1. L'exemple du TGV français

Première ligne mise en service en France, la liaison à grande vitesse entre Lyon et Paris a entraîné des transformations très importantes des formes de la

mobilité. Mais les recherches récentes menées sur les conséquences du TGV Atlantique conduisent à se demander s'il ne s'agit pas là d'une situation exceptionnelle.

2.1.1. La liaison Lyon-Paris

Rappelons simplement qu'entre 1981 et 1983, la mise en service du train à grande vitesse entre Paris et Lyon a permis de réduire le temps de déplacement de 4 heures à 2 heures pour un prix sensiblement identique. Cette transformation considérable des conditions d'accessibilité a entraîné une variation très importante de la mobilité, mais sous cette forte croissance, on assiste à une véritable transformation des formes de la mobilité. On constate enfin que cette croissance de la mobilité est limitée dans le temps.

1. Une augmentation considérable

Les conséquences sur le trafic sont maintenant bien connues. Globalement entre 1980 et 1984, sur l'axe Paris-Sud-Est, le trafic ferroviaire est passé de 12 à 18 millions de voyageurs. Ce sont les déplacements d'affaires qui ont connu la plus forte croissance. Selon les chiffres issus des enquêtes coordonnées[5], pour un jour moyen de semaine, le trafic total entre Lyon et la région parisienne a cru de 160 pour cent entre 1980 et 1984, alors que les déplacements d'affaires ont augmenté de 200 pour cent sur la même période et pour les mêmes destinations ; le trafic pour motifs personnels n'a donc augmenté que d'un peu moins de 80 pour cent. Il s'agit là d'une croissance très importante imputable à la mise en place du nouveau service à grande vitesse.

Les chiffres obtenus pour les seuls déplacements d'affaires entre Paris et Rhône-Alpes dans le cadre des enquêtes réalisées par le LET[6], sont du même ordre de grandeur : le nombre de déplacements d'affaires par train a cru de 150 pour cent entre 1980 et 1985, 125 pour cent au départ de Paris contre 175 pour cent au départ de Rhône-Alpes. Pour donner quelques ordres de grandeur, on peut estimer que 36 pour cent des voyages d'affaires de 1985 correspondent à des déplacements induits, 27 pour cent à des reports de l'avion ou de la voiture et 37 pour cent au trafic existant déjà en 1980.

Le trafic induit qui a été mis en évidence est le résultat d'une double augmentation, d'une part celle de la mobilité individuelle et d'autre part celle du nombre des personnes qui se déplacent. Pour les seuls déplacements d'affaires, on peut tenter de répartir le trafic supplémentaire entre ces deux formes d'induction.

Tableau 3. **Nombre annuel de déplacements d'affaires par personne entre Lyon et Paris**

	Avion	**Train**	**Voiture**	**Total**
1980	6.9	5.9	1.7	14.5
1985	4.3	12.9	2.0	19.2

Même si les chiffres fournis ne doivent être considérés que comme des ordres de grandeur, on découvre que l'accroissement de la mobilité individuelle est beaucoup plus important que celui du nombre de personnes qui se déplacent : pour un accroissement des déplacements de 56 pour cent, l'accroissement de la mobilité individuelle serait de 34 pour cent et celui du nombre de voyageurs en avion ou en train de 16 pour cent. Il semble donc que ce soit l'effet mobilité qui domine les transformations imputables au TGV bien plus que l'effet clientèle : les personnels habitués à se déplacer bougent davantage, mais comparativement, peu de personnes nouvelles se déplacent.

On découvre en outre que les variations de la mobilité ne sont pas du tout semblables selon le sens comme le montre le Tableau 4. La croissance du trafic ayant Paris pour origine s'expliquerait davantage par l'effet clientèle, alors que dans la croissance du trafic en provenance de la région Rhône-Alpes, c'est l'effet clientèle qui domine. En revanche à Lyon, c'est l'effet mobilité qui prédomine.

Tableau 4. **Variation du trafic entre 1980 et 1985**

	Mobilité quotidienne	Voyageurs	Total
Émission Paris	4 %	16 %	21 %
Émission Rhône-Alpes	42 %	30 %	85 %
TOTAL	34 %	16 %	56 %

Il faut donc introduire, dans les relations entre mobilité et infrastructures, une nouvelle dimension, celle de la polarisation de l'espace. La croissance du trafic sur une nouvelle infrastructure se traduit par des conséquences diversifiées sur les villes ou les régions desservies.

2. Une autre façon de se déplacer

La mise en place de nouveaux services ferroviaires à grande vitesse a non seulement provoqué une croissance forte de la mobilité, mais encore elle a modifié les comportements de déplacement en généralisant au train les pratiques des usagers de l'avion.

Avant la mise en service du TGV entre Lyon et Paris, 25 pour cent seulement des déplacements en train entre ces deux régions se faisaient sans nuit à l'extérieur, contre près de 60 pour cent en avion. Le train rapide a reporté sur le rail le comportement des usagers de l'avion puisqu'en 1985, 62 pour cent des déplacements en TGV se faisaient sans nuit à l'extérieur. On peut donc penser qu'il y avait une formidable demande latente pour des déplacements de courte durée, mais que le coût du déplacement en avion les rendait insupportables économiquement par les entreprises. Le TGV apparaît ainsi comme un véritable avion sur rail.

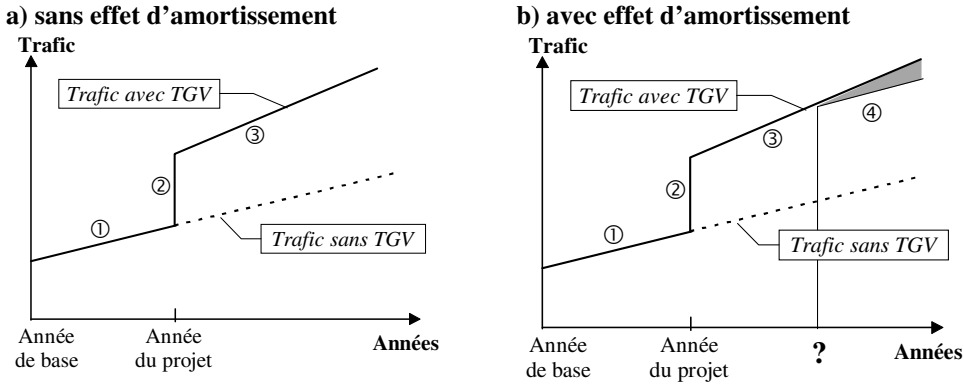
Mais on ne peut pas ne pas s'interroger sur l'efficacité économique de ces nouvelles pratiques de déplacement. Dans les études faites sur les conséquences de la grande vitesse ferroviaire, on a pu constater que certains usagers d'affaires du TGV, au lieu de faire un seul déplacement entre Lyon et Paris pour rencontrer deux ou trois interlocuteurs, faisaient maintenant deux ou trois voyages avec un seul interlocuteur ; les voyages sont de plus en plus courts et leur organisation se simplifie. Il n'est donc pas possible d'associer à cette forte croissance des déplacements une plus forte efficacité économique de la mobilité. En revanche, le TGV a rendu possible un fonctionnement plus souple des activités.

Derrière le phénomène clairement repérable de croissance du trafic, et le plus souvent de la mobilité qui l'accompagne, se cachent des transformations moins facilement repérables des formes de la mobilité, et donc de l'efficacité sociale des déplacements.

3. Un effet limité dans le temps

Cette forte croissance de la mobilité repérée dans les années qui ont suivi la mise en service du TGV est limitée dans le temps. Au bout de quelques années, la croissance de la mobilité retrouve son rythme précédent, comme si la disparition de l'effet de nouveauté entraînait un retour à une mobilité normale.

Figure 2. **Les formes d'évolution du trafic du TGV**
(dans les modèles de prévision de la SNCF)



On peut représenter ce phénomène, qui a été intégré par la SNCF dans les prévisions de trafic nécessaires à l'analyse coûts-avantages des projets de train à grande vitesse, au moyen de la Figure 2. Sur la Figure a) de gauche, la SNCF distingue trois phases :

- la phase ① correspond à la croissance "normale" du trafic avant la mise en service de la nouvelle infrastructure ;
- la phase ② correspond à l'induction de trafic imputable à cette nouvelle infrastructure ;
- la phase ③ marque le retour à une croissance régulière, mais légèrement plus forte qu'avant la mise en service.

Les observations réalisées depuis la mise en service du TGV Sud-Est ont tendance à montrer que le trafic a tendance à revenir au bout de quelques années à un rythme de croissance qui est identique à celui qui prévalait avant la mise en service. Il conviendrait donc d'ajouter, comme le montre la Figure 2b, une phase ④. Effet de saturation ou effet de crise ? Désaffection des usagers pour le chemin de fer ? Aucune de ces réponses ne paraît déterminante bien que toutes soient pertinentes comme le montrent les conséquences de l'ouverture du TGV Atlantique.

2.1.2. Le TGV Atlantique

Le Laboratoire d'Économie des Transports a réalisé en 1989, avant la mise en service du TGV Atlantique, et en 1993, quatre ans après l'ouverture de la ligne, une série d'enquêtes dans des conditions identiques à celles réalisées une dizaine d'années auparavant pour le TGV Sud-Est. Les résultats de ces enquêtes fournissent[7] de bonnes indications sur les évolutions du trafic pour les trois modes, route, train et avion.

Les effets repérés sur la mobilité sont beaucoup plus ténus que pour la liaison Paris-Lyon : sous l'effet conjugué de la crise et de la dégradation de l'image du transport ferroviaire, le trafic ferroviaire diminue de 11 pour cent entre 1989 et 1993 pour les déplacements professionnels. La mise en service d'une nouvelle infrastructure n'entraîne donc pas automatiquement une croissance de la mobilité. Mais une analyse plus fine permet de mieux comprendre les conséquences de la grande vitesse sur la mobilité.

On peut distinguer, à la suite des auteurs du rapport, trois zones en fonction de leur distance à Paris :

1. la zone de relative proximité (200-250 kilomètres) ;
2. la zone intermédiaire (300 et 600 kilomètres) ;
3. la zone éloignée (+ de 600 kilomètres).

Les auteurs font les constatations suivantes :

1. dans la zone éloignée, l'avion renforce son monopole et le train se marginalise ;
2. dans la zone proche, le trafic chute fortement (de 24 à 37 pour cent selon les villes) sous l'effet de la crise économique ;
3. c'est dans la zone intermédiaire que se font le plus sentir les effets de la grande vitesse ferroviaire, sur lesquels il convient de s'arrêter quelque peu.

A l'intérieur de cette zone en effet, les conséquences de la grande vitesse sur la mobilité sont très différenciées selon la distance, comme le montre le Tableau 5, auquel est associée la Figure 3.

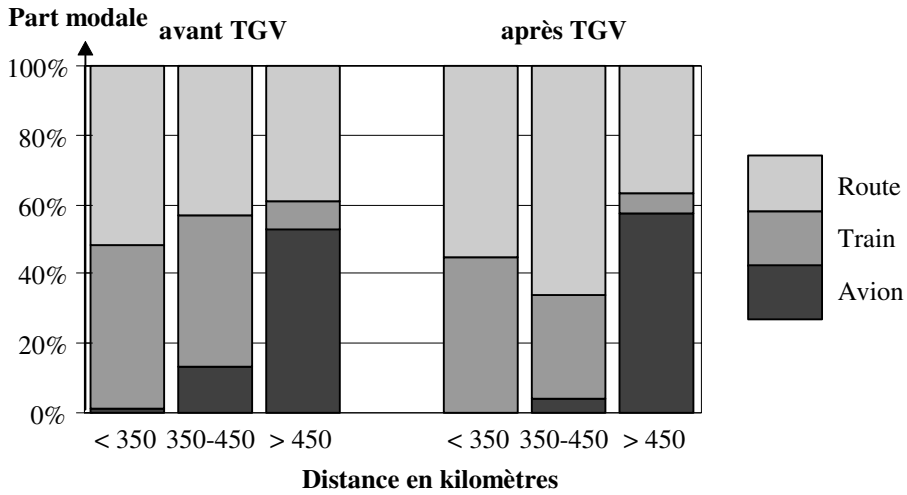
Tableau 5. **Parts modales avant et après l'ouverture du TGV Atlantique Trafic à motif professionnel de semaine (en pour cent)**

	1989			1993		
	avion	train	route	avion	train	route
250-350 km	1	51	48	0	56	44
350-450 km	16	39	46	4	61	31
450-600 km	31	47	22	36	50	14

On y voit clairement que la part de l'avion augmente régulièrement avec l'allongement des distances. Celle de la route diminue, mais à partir d'une distance intermédiaire déjà conséquente, le train occupe une place non négligeable. Après la mise en service du TGV, on constate une progression générale des parts de marché du chemin de fer, mais celle-ci est particulièrement marquée sur une distance de 350 à 450 kilomètres où les deux modes concurrents voient leur pénétration du marché diminuer.

Ces enquêtes donnent donc des indications précieuses sur les distances entre lesquelles la grande vitesse est susceptible de modifier les pratiques de mobilité et, par conséquent, les parts de marché. Le TGV ne peut plus concurrencer l'avion dès que l'on dépasse les 400 kilomètres, et il est d'un faible intérêt, dans sa forme actuelle, pour des déplacements de moins de 150 kilomètres environ.

Figure 3. **Parts des différents modes en fonction de la distance**



Cet exemple de mise en service d'une ligne à grande vitesse nous montre que ce type d'investissement ne se traduit pas nécessairement par une hausse globale de la mobilité. En revanche il peut entraîner, à trafic constant, un changement dans les pratiques de mobilité qui ne concernent que certains types de déplacements, et une réaffectation du trafic entre les différents modes.

2.2. Le réseau autoroutier

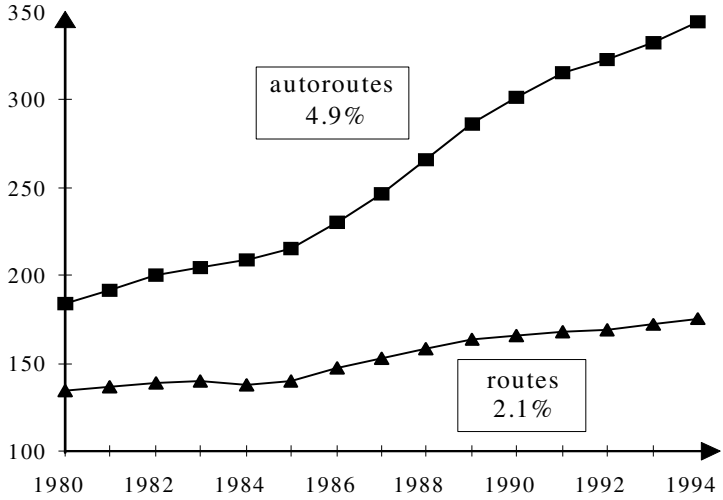
Si l'on comprend que la mise en service d'un train à grande vitesse entraîne un accroissement extrêmement rapide de la mobilité, au moins pour les quelques années qui suivent immédiatement l'ouverture, qu'en est-il du réseau autoroutier ? Sa construction et sa mise en service progressive entraîne-t-elle, elle aussi, une augmentation de la mobilité ? On constate facilement dans tous les pays européens une croissance forte du trafic autoroutier, mais elle est largement imputable à l'accroissement du parc automobile, lui-même lié à l'augmentation des revenus.

Les chiffres publiés en France par le Ministère des Transports permettent de mettre en évidence une élasticité positive du trafic à la longueur du réseau. Mais surtout ils suggèrent un phénomène de saturation lorsque le réseau a dépassé une taille critique.

Chaque année, le Ministère des Transports calcule un indice de circulation à réseau constant. Cela signifie que, pour obtenir l'indice de circulation de l'année t par rapport à l'année t-1, la croissance du trafic de t-1 à t est défalquée de l'incidence des tronçons autoroutiers mis en service au cours de l'année t-1. En raison de ce mode de calcul, l'indice reflète donc les modifications du trafic imputables à la constitution d'un réseau autoroutier de plus en plus complet.

On constate alors sur la Figure 4 que l'indice de circulation sur routes croit à un taux annuel moyen de 2.1 pour cent alors que le réseau est stable. Il s'agit là sans aucun doute de l'accroissement de mobilité dû à l'accroissement des revenus de l'ensemble de la population. En revanche, sur autoroutes, l'indice de circulation croit beaucoup plus rapidement, à un taux moyen de 4.9 pour cent, conduisant à penser qu'il y a là manifestation d'un véritable effet réseau.

Figure 4. **Évolution des indices de circulation routier et autoroutier en France**[8] ***(base 100 en 1970)***



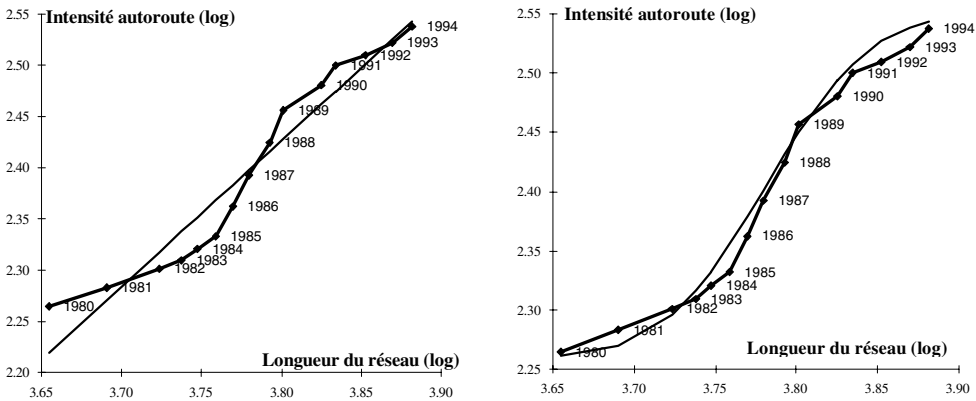
Si l'on note **I** l'indice de circulation sur autoroutes et **L** la longueur du réseau autoroutier, on peut chercher à estimer l'élasticité **e** de l'indice de circulation par rapport à la longueur du réseau. L'élasticité moyenne a pour valeur 1.42.

$$\mathbf{I_t = A\,L_t^e}$$

Mais comme le montrent les deux schémas qui composent la Figure 5, le simple calcul d'une valeur moyenne (au moyen d'une régression linéaire) masque l'évolution de la valeur de l'élasticité au fur et à mesure que se développe le réseau autoroutier. La régression réalisée à l'aide d'une courbe logistique semble bien mieux correspondre à la réalité statistique.

Figure 5. **Élasticité de l'utilisation du réseau autoroutier français par rapport à sa longueur**

Modèle linéaire **Modèle logistique**



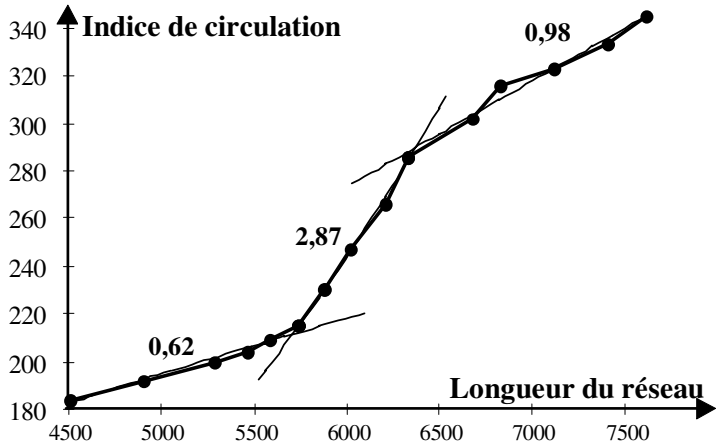
Tout se passe comme si le réseau autoroutier, comme n'importe quel produit de consommation, pouvait être analysé en termes de cycle de vie. Sur les quinze années étudiées, entre 1980 et 1985, le réseau autoroutier passe de 4 500 à 5 500 kilomètres, mais l'élasticité moyenne pour cette période n'est que de 0.6. En revanche les mille kilomètres suivants qui sont mis en service entre 1985 et 1990, paraissent avoir une forte utilité pour les usagers : l'élasticité atteint la valeur très forte de 2.9. Enfin les mille derniers kilomètres entraînent une augmentation de la mobilité du même ordre de grandeur que la croissance du réseau, puisque l'élasticité est sensiblement égale à l'unité.

Même si ces chiffres doivent être maniés avec précaution, dans la mesure où il faudrait travailler sur des séries plus longues et surtout plus anciennes, pour vérifier les hypothèses avancées, on peut se demander si cette évolution ne renvoie pas à la théorie des biens de club, pour lesquels l'utilité d'adhérer ou d'être sur un réseau est fonction du nombre de personnes ou de sites que l'on peut contacter. On peut distinguer plusieurs phases dans la vie du réseau autoroutier, comme le montre la Figure 6.

1. Durant la première phase, le nombre de villes reliées au réseau n'est pas suffisant pour générer une forte utilisation. Cette phase correspond alors à une phase d'**apprentissage** du réseau (e<1).

2. Au cours de la deuxième phase, les nouveaux tronçons ouverts permettent de constituer un véritable réseau et augmentent considérablement le nombre de destinations possibles. L'élasticité est très forte. C'est la phase de **développement rapide** (e>1).
3. Au cours des dernières années, malgré l'ouverture d'un nombre de kilomètres aussi important qu'au cours de la phase précédente, la qualité du réseau n'est que faiblement améliorée. C'est la phase de **maturité** (e=1).
4. Il resterait à vérifier que la quatrième phase arrivera dans les années qui viennent : l'indice de circulation devrait être stabilisé, avec la phase de **déclin.** La croissance observée du trafic ne serait plus alors que l'effet mécanique des nouveaux tronçons d'autoroute ouverts et de l'accroissement des revenus des ménages (e<1).

Figure 6. **Élasticité de l'utilisation du réseau autoroutier français par rapport à sa longueur**



On peut alors faire l'hypothèse que la relation entre la mise en service de nouvelles infrastructures et la croissance de la mobilité varie selon les stades de développement des différents réseaux de transport.

2.3. Deux modèles de trafic pour les transports urbains et régionaux

Les exemples empruntés aux grands réseaux ferroviaires ou autoroutiers, de taille nationale, semblent conduire à accréditer l'hypothèse d'une relation entre croissance des réseaux et croissance de la mobilité. Cette relation paraît cependant beaucoup plus problématique pour les transports urbains et régionaux.

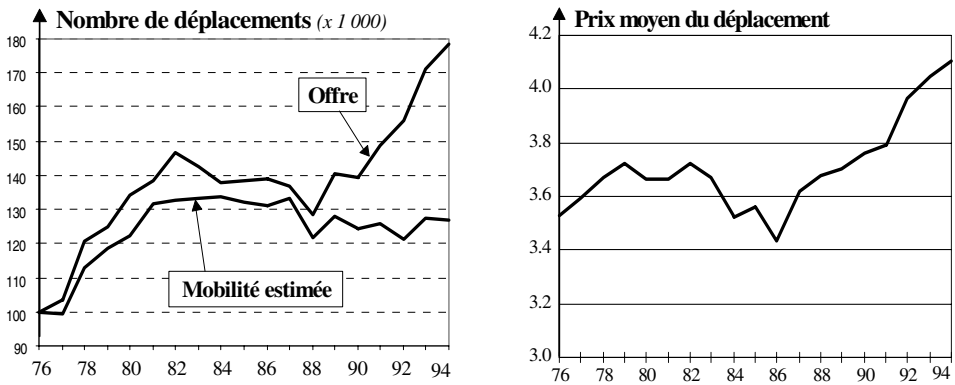
2.3.1. La prévision du trafic en transports en commun à Lyon

Les travaux réalisés récemment au LET[9] sur les transports en commun de personnes dans l'agglomération urbaine de Lyon ont permis de construire un modèle de simulation de la mobilité. Ce modèle "explique" la mobilité urbaine (en nombre de déplacements par habitant, noté **M**) par deux variables :

1. un indicateur de l'abondance de l'offre (le nombre de passagers-kilomètres offerts par habitant, noté **O**) ;
2. un indicateur de prix (le prix moyen du déplacement par voyageur, noté **P**).

On obtient l'équation suivante : $\mathbf{M = O^{0.82} * P^{-1.52}}$ $(r^2 = 0.88)$

Figure 7. **Mobilité et offre de transport en commun**
Le cas de l'agglomération lyonnaise



La Figure 7 montre que dans un premier temps la mobilité a bien suivi l'amélioration de l'offre ; elle correspondait à l'ouverture de la première ligne de métro. Par la suite, mobilité et offre se sont dégradées conjointement. Enfin l'ouverture de la ligne D du métro a entraîné une amélioration considérable de l'offre mais n'a pas enrayé la poursuite de la dégradation de la mobilité.

Cette divergence entre les évolutions de l'offre et celles de la mobilité à partir de 1988 s'explique par une hausse continue du prix du déplacement en transports en commun. Compte tenu de la très forte élasticité au prix de cette forme de mobilité (1.52), le trafic ne peut que décroître. Il apparaît donc clairement que l'explication de la relation entre les variations de la mobilité et la création de nouvelles infrastructures passe par la prise en compte de l'ensemble des qualités de l'offre. L'exemple des déplacements régionaux entre Lyon et Saint-Étienne, en France, renforce cette analyse.

2.3.2. Le modèle régional Lyon-Saint-Étienne

Devant la saturation de l'autoroute qui relie Lyon à Saint-Étienne, deux villes de la région Rhône-Alpes distantes d'une soixantaine de kilomètres, les autorités régionales et nationales ont cherché à évaluer les différentes possibilités d'améliorer la situation :

1. il est impossible d'améliorer l'autoroute actuelle, dans la mesure où, pour des contraintes de tracé, la construction d'une troisième voie ne peut être envisagée ;
2. une première solution consiste à construire une seconde autoroute qui doublerait la première ;
3. une seconde solution a été envisagée de renforcer la qualité de la desserte ferroviaire, et d'attirer ainsi une partie de la clientèle autoroutière vers le train ; cette solution éviterait la construction d'une nouvelle autoroute dans la mesure où elle réduirait suffisamment le trafic sur l'autoroute actuelle.

A partir des données de trafic existantes un modèle de trafic multimodal a été construit pour simuler les conséquences des diverses améliorations envisageables[10]. C'est un modèle bimodal (fer et route) qui se résume aux deux équations suivantes :

1. une équation de génération de trafic :

$$\mathbf{T_{ij} = K.(R_iP_i.R_jP_j)^{0.5}.c_{ij}^{-2.18}.[(P_i-P_j)/(P_i+P_j)]^{-0.5}}$$

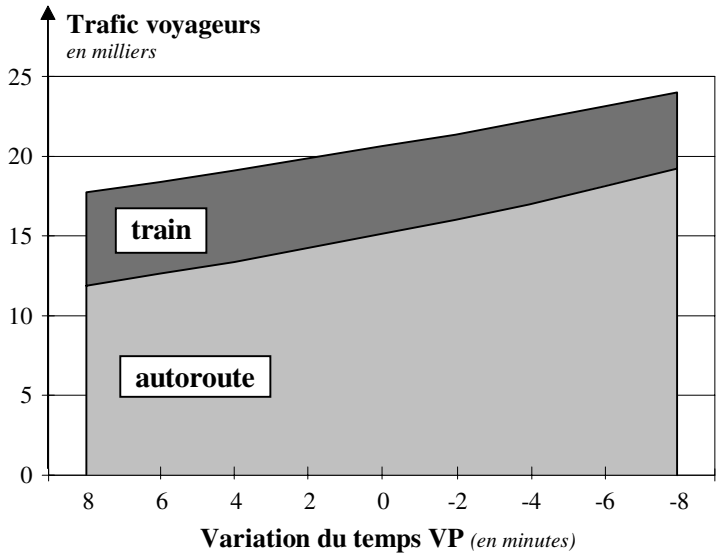
2. une équation de répartition modale :

$$T_f/T_r = K'.(t_f/t_r)^{-2.14}.(R/Rm)^{3.0}.(F_{ij}/T_{ij})^{0.34}$$

avec

T_{ij} trafic entre les zones i et j,
K et K' des constantes,
R_i et P_i les revenus et populations de la zone i,
c_{ij} une combinaison des coût généralisés routier et ferroviaire,
T_f et T_r les trafic routier et ferroviaire,
t_f et t_r les temps de parcours routier et ferroviaire,
R le revenu des ménages des populations P_i et P_j,
Rm le revenu moyen sur l'ensemble des liaisons
F_{ij} la fréquences des trains entre i et j

Figure 8. **Effets des modifications des temps VP sur le trafic Lyon-Saint-Étienne**



Il n'est pas question de présenter l'ensemble des résultats de cette étude, mais seulement d'en retenir, pour alimenter notre réflexion, une des conclusions, qui est illustrée par la Figure 8.

Si, au moyen d'investissements divers, on réduit la durée du parcours sur autoroute de quelques minutes, on augmente de façon importante le trafic sur autoroute. Mais surtout cette amélioration entraîne une dégradation des avantages relatifs du chemin de fer qui perd en conséquence un certain nombre de clients. L'étude montre que de façon symétrique, l'augmentation du nombre des fréquences ferroviaires, non seulement accroît la clientèle ferroviaire, mais encore suscite un report important des usagers de l'autoroute vers le train.

2.4. Conclusion

Ce long exposé sur les relations repérées entre la mise en service de nouvelles infrastructures et l'évolution de la mobilité nous permet de dégager cinq conclusions :

1. dans la majeure partie des exemples analysés, on peut mettre en évidence une relation statistique entre l'amélioration de l'offre et l'accroissement de la mobilité ;
2. c'est l'amélioration de l'offre qui est importante, plus que l'infrastructure elle-même ;
3. l'influence d'autres variables, comme les prix et les revenus, peut être déterminante ;
4. les conséquences des infrastructures peuvent entraîner de fortes variations de la mobilité pour d'autres modes de transport ;
5. enfin, les variations quantitatives de la mobilité peuvent masquer des transformations dans les comportements de mobilité.

3. MOBILITÉ, INFRASTRUCTURES ET SYSTÈMES DE TRANSPORT

Les exemples précédents nous conduisent à considérer les relations entre la création de nouvelles infrastructures et les variations de la mobilité comme un ensemble de relations complexes. Une infrastructure de transport, qu'elle soit routière ou ferroviaire, n'a pas de signification en elle-même. Son efficacité en termes de variations de la mobilité dépend de l'ensemble des conditions d'exploitation, à savoir des coûts d'accès et d'usage, de sa plus ou moins grande disponibilité, de son efficacité technique en termes de vitesse de déplacement. C'est l'ensemble de ces paramètres qui relie la mobilité aux infrastructures.

Mais on ne peut en rester à cette simple relation quantitative, car trois questions sont sous-jacentes dans l'ensemble des analyses précédentes.

1. Les relations entre nouvelles infrastructures et mobilité induite ne renvoient-elles pas davantage à l'ensemble du **système de transport** plutôt qu'à la seule infrastructure considérée ?
2. Sous les variations quantitatives de la mobilité, voit-on poindre de **nouvelles pratiques** de mobilité qui à terme seraient lourdes de conséquences ?
3. Les nouvelles infrastructures de transport n'induisent-elles pas de **nouvelles organisations de l'espace** qui elles-mêmes seront génératrices de nouvelles mobilités ?

3.1. Un système global de transports

S'il paraît difficile de mettre en doute que de nouvelles infrastructures participent aux variations de la mobilité, il faut ajouter que ces variations ne sont pas toujours positives, et qu'elles concernent l'ensemble du système de transport.

En effet toute modification dans l'offre de transport s'inscrit comme une variation dans l'ensemble plus vaste qu'est le système de transport. Pour l'usager, un mode, une infrastructure, un service de transport quelconque n'est qu'un élément qui lui permet de réaliser ses objectifs en termes de déplacements de marchandises ou de personnes. Toute modification, comme l'a bien montré l'exemple du TGV français, fait varier les avantages relatifs de chaque mode et se traduit non seulement (et pas toujours) par des phénomènes d'induction de trafic mais aussi par des transferts. De ce point de vue toute amélioration dans le système de transport se traduit par la dégradation relative de tous les autres éléments du système qui n'ont pas été modifiés.

On ne peut guère expliquer autrement le quasi monopole que détient aujourd'hui le transport routier de marchandises : les améliorations apportées aux véhicules et le développement du réseau autoroutier lui ont donné des caractéristiques que les autres moyens de transport ne sont pas à même d'atteindre. Cela signifie que toute tentative d'action sur la mobilité, pour maintenir un taux de croissance soutenable par exemple, ne peut être limitée à un seul mode, ni à une seule infrastructure ; elle doit intégrer l'ensemble du système de transport.

Les recherches actuelles montrent qu'il est de plus en plus difficile de séparer les différents niveaux qu'avaient l'habitude de distinguer les spécialistes des transports. Un mode n'est plus un système autonome de transport, il n'est qu'un élément dans une chaîne de transport beaucoup plus vaste, et il n'est plus possible de négliger les articulations entre les divers types de transports qui participent à l'ensemble du système. Aucun décideur ne peut aujourd'hui ignorer les relations qui s'établissent entre les transports régionaux et les transports urbains. Pour une large part, les oppositions très vives qui se sont manifestées contre la construction d'une nouvelle ligne ferroviaire à grande vitesse entre Lyon et la Méditerranée ont eu pour origine l'absence de prise en compte des transports régionaux dans la conception du projet.

Les modèles actuels de prévision de trafic cherchent tous à prendre en compte cette multiplicité des modes et des systèmes de transport, pour atteindre une plus grande efficacité. Mais la modélisation des transferts de flux d'un mode à un autre reste d'une efficacité limitée, dès que l'on cherche à prendre en compte la concurrence entre plus de deux modes.

3.2. De nouvelles formes de mobilité

Sous la pression du progrès technique, l'ensemble des systèmes de transport ont évolué pour accroître les vitesses, la sécurité et les capacités. Les infrastructures, de plus en plus spécifiques, et de mieux en mieux adaptées à un type de véhicule, ont participé à cette évolution. C'est l'ensemble de ces améliorations qui ont entraîné des changements dans les pratiques de mobilité.

L'apparition des périphéries urbaines semble aujourd'hui indissolublement liée au développement des moyens de transports urbains (trains et tramways, puis autoroutes urbaines et automobiles). Et ce sont ces nouvelles possibilités de déplacements, conjuguées à une forme urbaine en développement qui ont donné naissance aux migrations alternantes biquotidiennes qui caractérisent nos sociétés urbaines contemporaines.

Toutes les infrastructures nouvelles mises en services à l'heure actuelle (autoroutes, lignes ferroviaires rapides) présentent la particularité de chercher à réduire notablement les temps de transport. A ce titre, elles rendent possibles des formes de déplacement impossibles jusque-là. Les pratiques du juste à temps, même si elles ont pour origine la mise en place d'une nouvelle

organisation de la production, n'auraient pas pu apparaître si les entreprises n'avaient pas eu à leur disposition des moyens de transport rapides, fiables et peu onéreux.

Les améliorations du système routier et autoroutier ont facilité la multiplication des déplacements. Qu'il s'agisse des départs en week-end, de l'éclatement des congés en plusieurs déplacements, des séjours plus lointains, plus nombreux et de plus courte durée, on assiste à un véritable éclatement de la mobilité.

Comme on a pu le constater pour les déplacements d'affaires, la grande vitesse ferroviaire a généralisé un mode de déplacements qui était jusque-là le privilège du transport aérien. L'amélioration des conditions de transport, procuré par le développement des infrastructures, donne naissance aux grandes migrations, concentrées sur un petit nombre de jours, et vraisemblablement, seuls les phénomènes de saturation et d'encombrement seront à même de donner naissance à de nouvelles pratiques.

3.3. Infrastructures de transport et organisation de l'espace

On ne peut pas chercher à comprendre l'articulation entre le développement des infrastructures de transport et les changements de la mobilité sans s'interroger sur les nouvelles organisations de l'espace que tout à la fois elles entraînent et sur lesquelles elles reposent. En effet, l'existence de nouvelles facilités de déplacement renouvelle les conditions de l'arbitrage entre la localisation et la mobilité et favorise la concentration des activités sur le territoire.

3.3.1. Les nouveaux arbitrages entre localisation et mobilité

Les modèles de localisation des activités reposent le plus souvent sur une minimisation des coûts de déplacement, qui intègrent aussi bien le prix que le temps perdu ou le risque lié au déplacement. Tout changement dans les conditions de transport devrait donc se traduire par de nouvelles possibilités de localisation. Or, on constate que les nouvelles facilités de transport ont plutôt tendance à stabiliser les localisations, y compris celles aberrantes économiquement, dans la mesure où il est possible de compenser les inconvénients d'une mauvaise localisation par des déplacements peu onéreux. Par les facilités de communication qu'elles apportent, les nouvelles infrastructures rendent possible un maintien de localisations qui sans elles

n'auraient pas été tenables. C'est pourquoi les transformations dans les comportements de déplacements correspondent le plus souvent en termes spatiaux à une absence de mouvements de délocalisation. Ce sont les personnes qui se déplacent et non pas les activités.

D'autre part, les entreprises ont mis en place des systèmes de production, fondés sur l'éclatement spatial des fonctions. Pour bénéficier d'avantages fiscaux ou de faibles coûts de main-d'œuvre, les entreprises sont amenées à gérer des flux de marchandises et d'information de plus en plus complexes et nombreux. Alors que l'accroissement des facilités de transport pourrait laisser croire que de nouvelles localisations dans des localités mal desservies jusque-là devenaient possibles, on assiste à un regain de localisation dans les grandes agglomérations : pour faire face à la crise et aux aléas de l'activité économique, les entreprises adoptent des stratégies de minimisation des risques, en termes de localisation, d'emploi, ou de produits. Les grandes agglomérations sont pour elles des territoires qui multiplient les possibilités de choix, quitte à accroître les déplacements nécessaires à l'activité.

Les améliorations dans l'accessibilité ont aussi pour effet de retarder des décisions de localisation qui devront se faire tôt ou tard : en donnant du temps, elles accroissent la rationalité de la décision en permettant d'attendre la stabilisation de certaines situations en pleine évolution. C'est ainsi que des entreprises de Rhône-Alpes, qui développent des stratégies de ventes sur le marché international, et pour lesquelles le passage par Paris est indispensable, ont accepté de rester provisoirement à Lyon en attendant de voir comment évoluent leurs marchés étrangers. La grande vitesse ferroviaire a rendu supportables des situations transitoires, qui dans quelques cas extrêmes se révèlent même devenir définitives.

C'est vrai pour les localisations d'entreprises, c'est vrai aussi pour la localisation de l'habitat. Les ménages, confrontés aux difficultés de gérer la multiplicité des lieux d'activité de leurs divers membres, et au prix élevé des logements urbains, tiennent de plus en plus compte du cadre de vie dans le choix de solutions acceptables, au prix le plus souvent de déplacements plus nombreux et plus longs. Les évolutions du marché de l'emploi renforcent cette préférence pour un domicile stable. Certains cadres en cours de changement de situation maintiennent la localisation de leur domicile, en raison aussi bien des difficultés liées au travail éventuel du conjoint que des problèmes de scolarisation des enfants, voire de difficultés à trouver un domicile qui réponde aux souhaits de la famille. Face à la précarité des emplois et à la nécessité

d'accepter des emplois dans des lieux éloignés, c'est le domicile qui sert de repère territorial pendant des temps assez longs, jusqu'à ce que la situation se stabilise.

Plus qu'un facteur de localisation, les infrastructures de transport nouvelles permettant des vitesses élevées joueraient dans ces conditions le rôle d'un "ralentisseur" des changements de localisation qui se réaliseraient certes, mais à un rythme plus lent. La grande vitesse ferroviaire a rendu possible pour certains cadres, en nombre croissant, la résidence à Lyon et l'emploi en région parisienne, ou l'inverse. La multiplication des facilités de transport tend ainsi à construire des bassins d'emploi de taille de plus en plus grande, généralisant à des espaces de plus en plus vastes des comportements de déplacement réservés jusque-là aux zones urbaines, justifiant les qualificatifs de "régions urbaines" attribués à ces vastes ensembles.

3.3.2. La concentration des activités et des hommes sur le territoire

La question de la localisation ne se pose pas uniquement pour les activités ou les hommes, elle se pose aussi pour les infrastructures elles-mêmes. Dans l'organisation de l'espace à l'œuvre dans les pays européens, deux grandes tendance apparaissent dans les choix d'infrastructures de transport.

1. Des infrastructures de transports, de plus en plus nombreuses, rassemblant éventuellement plusieurs modes, s'accumulent dans les espaces à fortes concentrations humaines ; l'objectif est de chercher à réduire les encombrements et à maintenir l'efficacité de ces grands ensembles urbains menacés d'asphyxie par immobilisation progressive. Pour ne retenir que l'exemple de la région parisienne, on a vu se multiplier les anneaux autoroutiers de plus en plus éloignés du centre urbain, et, dans la zone dense, des systèmes de transport de plus en plus rapides et aux mailles de plus en plus larges ont vu le jour.
2. Mais, dans le même temps, des infrastructures sont construites dans des espaces faiblement peuplés pour des préoccupations d'aménagement du territoire et d'équilibre interrégional.

Ces décisions pèsent, au moins dans le long terme, sur l'organisation de l'espace, et à ce titre sur l'évolution de la mobilité. Celle-ci a alors tendance à croître plus vite sur les grandes liaisons reliant les grandes métropoles, renforçant les phénomènes de saturation. La croissance de la mobilité imputable à une nouvelle infrastructure de transport sera beaucoup plus forte si elle relie deux très grandes agglomérations que si elle vise à désenclaver un territoire en

partie désertifié. Les modèles de trafic (évoqués dans la partie 2, “Les relations expérimentales”) ont clairement intégré ce phénomène en distinguant les facteurs de génération de trafic et les facteurs de résistance spatiale.

En participant globalement à une polarisation de l’espace autour de quelques grands centres, les infrastructures de transport réduisent le nombre des grands pôles émetteurs de trafic et en renforcent le poids. De façon indirecte, cette fois, par le biais de la localisation des activités et des hommes, elles suscitent l’apparition de nouveaux déplacements.

C’est dire que la réflexion sur les relations entre infrastructures de transport et mobilité débouche nécessairement sur les politiques d’aménagement du territoire.

3.3.3. La mobilité comme valeur sociale

Il n’est pas possible de terminer cette réflexion sur la mobilité sans faire référence au rôle qu’elle joue dans les représentations de l’espace et à la place qu’elle tient dans le système de valeurs qui fonde les sociétés occidentales.

C’est sans doute parce que la mobilité, et sans doute aussi la vitesse, sont considérées comme les bases de l’organisation sociale, que les infrastructures de transport trouvent un usage immédiat dès leur ouverture. Toute atteinte à la libre circulation des personnes est considérée aujourd’hui comme attentatoire aux libertés. Il faudra vraisemblablement encore des années pour que les restrictions de plus en plus répandues à l’usage de l’automobile soient considérées comme un mode de régulation sociale normale.

Ces réflexions nous conduisent à poser qu’à l’origine des transformations sociales et spatiales observables à la suite de la construction des grandes infrastructures de transport, il y a une évolution de la valeur sociale du temps qui légitime dans un premier temps les recherches et dans un second temps l’usage de moyens de transport plus rapides. Le conflit entre les pouvoirs publics français et les associations de défense de la Vallée du Rhône et de la Provence confortent cette interprétation : une certaine forme de qualité de la vie pour les uns passe par une faible valorisation sociale du temps alors que la priorité donnée à l’efficacité économique par les autres correspond à une valeur du temps beaucoup plus élevée. Le conflit ne porte plus alors seulement, ni même principalement, sur des questions de tracé, mais bien sur deux modes de représentation de l’espace social et donc du temps.

La crise économique, en reposant la question de l'inoccupation entraînée par le chômage, est en train de remettre en cause l'adhésion à ces valeurs. Les rapports au travail sont en train d'évoluer rapidement, dans la mesure où il n'est plus à même d'assurer à la fois une répartition des revenus acceptable et l'intégration dans la société. Les notions d'efficacité économique, et donc de temps économisé, feront sans doute, elles aussi, l'objet de ce doute social. Si les valeurs de temps gagné, de vitesse perdaient de leur importance au profit d'autres valeurs comme la qualité du temps employé à diverses activités, la recherche de nouvelles relations sociales, les pratiques de mobilité seraient vraisemblablement réinterrogées.

Les relations qui ont pu être mises en évidence entre infrastructures de transport et mobilité apparaissent alors comme le résultat d'un arbitrage social nécessairement provisoire entre l'immobile et le mobile, entre l'extension du territoire d'un groupe social et le coût qui en découle, lié au franchissement de l'espace. Il faut donc vraisemblablement attacher beaucoup plus d'importance aux relations qui s'établissent entre les représentations du temps et de l'espace d'une part et les pratiques spatiales de l'autre si l'on veut comprendre en profondeur les transformations que l'utilisation des infrastructures sous forme de mobilité suscite et traduit tout à la fois.

CONCLUSION

Au terme de ce rapide tour d'horizon qui n'avait pas de prétention à être exhaustif, trois conclusions se dégagent de l'ensemble de ces réflexions : la relation entre infrastructure et mobilité induite, qui est au coeur du débat, ne saurait être une relation simple, les mesures qui en ont été faites incitent à distinguer entre des situations très diversifiées, la question change de nature quand on fait varier les échelles de temps.

1. Si l'on peut admettre facilement que la mobilité induite par les infrastructures de transport ne peut être identifiée au moyen d'une relation causale simple, il devient plus délicat de prendre en compte la complexité de la relation. En effet, à un premier niveau de complexité, la question renvoie à l'analyse de l'efficacité de l'ensemble du système de transport ; à un second niveau, elle appelle l'introduction des

spécificités spatiales ; enfin à un troisième niveau, elle renvoie à l'analyse des pratiques sociales qui fondent à la fois les décisions de construire les infrastructures et les comportements de mobilité.

2. Les diverses recherches, modélisatrices ou plus qualitatives, sur lesquelles nous nous sommes appuyés, conduisent à distinguer des situations très diversifiées. Les grands systèmes d'infrastructures (ferroviaires, autoroutiers ou aériens) induisent sans aucun doute un supplément de mobilité ; mais, en même temps, ils concentrent les déplacements sur quelques axes lourds entraînant à terme des réorganisations spatiales. A ce niveau, les discriminations tarifaires existent peu et ne semblent pas un frein à la mobilité. En revanche au niveau urbain, et tout particulièrement en ce qui concerne les transports en commun, les variations du prix que doit acquitter l'usager ont une influence sur la mobilité beaucoup plus forte que l'amélioration de l'offre de transport.

3. Enfin, toutes les évaluations qui ont été tentées de la relation entre infrastructures et mobilité à l'aide du concept d'élasticité, l'ont été sur des périodes relativement courtes. Elles permettent de bien comprendre certains ajustements instantanés ; elles restent inefficaces pour anticiper les transformations des comportements sur des périodes plus longues. La compréhension de ces changements de comportement, même s'ils sont repérables en partie à travers les évolutions des grandeurs de la mobilité, renvoie sans aucun doute à d'autres analyses des transformations sociales.

NOTES

1. Voir par exemple *Le transport à grande vitesse et le développement régional*, rapport pour la Table Ronde 93 de la CEMT, Paris, novembre 1992.

2. Extraits de *Transports 2010*, Commissariat Général du Plan et Documentation Française, juin 1992, page 167.

3. Extraits de *Transports 2010*, Commissariat Général du Plan et Documentation Française, juin 1992, page 168.

4. *Transports 2010*, Commissariat Général du Plan et Documentation Française, juin 1992, page 281.

5. OEST (Observatoire Économique et Statistique des Transports), Ministère de l'Équipement, du Logement et de l'Aménagement du Territoire, Paris.

6. Laboratoire d'Économie des Transports, Lyon.

7. Olivier Klein, Gérard Claisse, Pascal Pochet, *Un TGV entre récession et concurrence modale, évolution de la mobilité et mise en service du TGV Atlantique*, rapport de recherche, LET, juin 1996, 380 pages.

8. Les données qui ont servi à construire ce graphique et les deux suivants sont extraites de l'Annuaire statistique des transports publié chaque année par l'OEST.

9. Éric Tabourin, Mobilité urbaine, Laboratoire d'Économie des Transports, Lyon, 1995. Le modèle est ajusté sur des séries de données couvrant les années 1976 à 1994.

10. METRAM, ITEP, LET, Étude de l'amélioration de la liaison Lyon-Saint-Étienne, Lyon, février 1992.

ROYAUME-UNI

P.B. GOODWIN
Groupe d'Étude sur les Transports du ESCR
University College London
Londres
Royaume-Uni

Le présent travail inclut des contributions de l'auteur en tant que membre du Comité consultatif permanent d'évaluation de la congestion routière (SACTRA, 1994) et des synthèses des contributions d'autres membres du Comité et collègues, comme cité dans le texte. Des travaux supplémentaires ont été développés dans le cadre du programme de recherche du Groupe d'Étude sur les Transports de l'ESRC, qui autrefois faisait partie de l'Université d'Oxford et aujourd'hui est rattaché à l'University College London. Les jugements concernant les implications politiques et économiques sont de la responsabilité de l'auteur et ne représentent les vues du SACTRA qu'en cas de citations directes.

TRAFIC SUPPLÉMENTAIRE INDUIT PAR LA CONSTRUCTION DE ROUTES : PREUVES EMPIRIQUES, INCIDENCES ÉCONOMIQUES ET IMPLICATIONS POLITIQUES

SOMMAIRE

SYNTHÈSE 155

1. INTRODUCTION 156

2. HISTORIQUE D'UNE CONTROVERSE 157

   2.1. Acceptation : des années 30 aux années 60 157
   2.2. Rejet : des années 70 aux années 90 159
   2.3. Analyse de la croissance du trafic sur la M25 161

3. L'APPROCHE SACTRA 165

   3.1. Définitions 165
   3.2. Par quel processus des améliorations routières peuvent-elles induire davantage de trafic ? 167
   3.3. Constat empirique 172

4. TRAFIC GÉNÉRÉ ET ÉVALUATION DE L'AVANTAGE 209

   4.1. Analyse d'équilibre 210
   4.2. Analyse dynamique 212
   4.3. La "Règle de la moitié" également applicable à la réaffectation 221

5. IMPLICATIONS POLITIQUES DU DÉSÉQUILIBRE ENTRE CROISSANCE DE CAPACITÉ ET CROISSANCE DE TRAFIC.....224

6. CONCLUSION.....231

NOTE.....234

BIBLIOGRAPHIE.....235

Londres, juin 1996

SYNTHÈSE

La somme des connaissances théoriques et des preuves empiriques indique que l'offre de nouvelles capacités routières induit un trafic supplémentaire, dû à tout un éventail de réponses comportementales.

Le volume de trafic supplémentaire sera fonction des conditions spécifiques, de l'importance du projet d'aménagement, de la congestion actuelle du trafic, de la situation géographique, des conditions économiques et de l'existence d'alternatives. Dans la situation que connaît le Royaume-Uni, un résultat moyen pour un projet d'aménagement de taille moyenne pourrait être de l'ordre de 10 pour cent de trafic supplémentaire à court terme et de 22 pour cent à plus longue échéance, avec une fourchette de 0 à 20 pour cent à court terme et de 0 à 40 pour cent à plus long terme.

Le trafic supplémentaire entraîne certains avantages (accroissant donc le rapport coûts/avantages de la route), mais il réduit également l'avantage pour d'autres usagers de la route dans la mesure où il raccourcit la période de fluidité du trafic (ce qui réduit le rapport coûts/avantages). L'effet net dépend pour l'essentiel du niveau de congestion. En raison de la nature non-linéaire du rapport entre le volume du trafic et la vitesse de celui-ci, le trafic induit réduit la valeur globale monétaire d'un projet d'aménagement routier lorsque la congestion est plus forte. Le trafic induit accroît également les atteintes à l'environnement. Aussi l'omission du trafic induit débouchera-t-elle toujours sur une surestimation des avantages environnementaux de la nouvelle capacité routière et généralement sur une surestimation des avantages en termes de congestion.

Ces incidences sont étalées sur plusieurs années. La recherche en vue de suivre l'impact d'une nouvelle capacité routière ne peut déboucher sur des conclusions sensées si l'on ne prend en compte que l'impact de la première

année. Il faut que les procédures d'évaluation, loin de se limiter à une description d'un équilibre final, se fondent sur des concepts dynamiques tenant compte de la vitesse d'adaptation.

Les conséquences politiques qui en résultent dépendent de questions stratégiques plus larges, telles que le rythme de croissance du trafic dû à des facteurs autres que la nouvelle capacité.

La politique actuelle dans le domaine des transports met l'accent sur l'impact environnemental, sur la nécessité d'assurer la rentabilité des deniers publics et la nécessité de protéger les avantages économiques de l'érosion provoquée par la congestion : dans ces conditions, le trafic induit réduit l'efficacité d'une stratégie des transports fondée sur la construction de routes et met davantage l'accent sur l'importance qu'il y a à appliquer des méthodes efficaces de gestion et de réduction de la croissance du trafic.

1. INTRODUCTION

Pendant plus de 20 ans, le Ministère des Transports britannique a eu recours à une procédure de planification routière fondée sur l'hypothèse selon laquelle une nouvelle capacité routière n'aboutissait pas à un accroissement du volume total de trafic. Après plusieurs années de controverses, de nombreuses études de consultants et des recherches menées pendant deux ans par un comité technique mis sur pied par le Ministère, cette hypothèse a été abandonnée en 1994. Aujourd'hui, la pratique qui est recommandée est de prévoir un trafic supplémentaire généré ou induit dans la plupart des projets d'aménagement routier un tant soit peu importants.

Le présent document décrit de manière résumée la façon dont cette question a été traitée au fil des ans, le constat empirique précité et les arguments relatifs à son interprétation, les conséquences dans la perspective de l'évaluation économique des projets d'aménagement routier et l'impact exercé sur une stratégie des transports durable dont la clef de voûte serait une limitation des constructions routières.

2. HISTORIQUE D'UNE CONTROVERSE

2.1. Acceptation : des années 30 aux années 60

Bressey et Lutyens (1938) signalent à propos de la "*Great West Road*" de Londres que :

> *"Dès qu'elle fut ouverte, elle attira quatre fois et demi plus de véhicules que l'ancien itinéraire ; toutefois, aucune diminution n'a été constatée dans le flux de trafic sur l'ancien itinétaire et, à partir de ce jour, le nombre de véhicules sur les deux itinéraires a constamment augmenté. Ces chiffres permettent d'illustrer la façon étonnante dont les nouvelles routes génèrent un nouveau trafic."*

Chacun s'accorde à reconnaître que la croissance du trafic est plus rapide sur les routes améliorées et moins congestionnées que sur les routes congestionnées. L'argument selon lequel ce phénomène est lié au trafic induit, bien que ne revêtant pas, à vrai dire, de caractère officiel, a été admis, sans solution de continuité, sur le plan intellectuel, pendant près de 60 ans après la conclusion de Bressey et Lutyens. Au cours des années d'après-guerre, les recherches ayant eu le plus d'impact ont été effectuées au Laboratoire de Recherche Routière, dans un premier temps par Glanville et Smeed (1958). Leurs travaux ont montré que la croissance du trafic sur les routes déjà congestionnées était beaucoup plus lente que la croissance du trafic sur les routes qui l'étaient moins. Ils ont conclu comme suit :

> *"Le fait que l'absence de routes adéquates puisse affecter dans une certaine mesure le volume du trafic est illustré également par le fait que le taux d'accroissement du trafic utilisant les routes du centre de Londres est de loin inférieur aux taux enregistrés dans les faubourgs ... Le trafic sur une nouvelle route est représenté par trois éléments : le trafic attiré d'autres routes, le trafic dû à la croissance naturelle et le trafic généré qui n'aurait pas existé sans la présence de cette nouvelle route."*

A cette époque, on n'a procédé à aucune estimation chiffrée du volume du trafic généré. Mais des recherches ont été entamées et le Laboratoire de Recherche Routière (1965) a publié les résultats d'une modélisation utilisant une forme de modèle gravitaire pour expliquer le volume de la circulation entre zones, avec la configuration suivante :

$$\Delta t_{ij} \cong t_{ij} \frac{n\Delta z_{tj}}{Z_{ij}}$$

Voici ce que dit le rapport :

"Les études empiriques des flux interurbains ont montré généralement que si, par hypothèse, le facteur de résistance est Z_{ij}^{-n}, n se situe entre 2 et 3.5. Si l'on applique ceci à la formule approchée, on constate que le pourcentage d'accroissement du trafic est de 2 à 3.5 fois supérieur à la diminution (en pourcentage) du temps de déplacement."

Les milieux universitaires partageaient également cette approche. Dans un livre important, Foster (1963) -- qui était à cette époque à l'Université d'Oxford, mais qui, peu après, a joué un rôle important dans les procédures d'évaluation du Ministère des Transports -- écrivait :

"Nous avons l'expérience de Los Angeles. Certaines des routes les plus congestionnées de Californie sont des voies rapides construites récemment pour réduire la congestion. Construisez une nouvelle voie rapide et elle attire un nouveau trafic sur les routes, qui plus tard tend à se substituer à la congestion initiale éliminée grâce à la nouvelle infrastructure. L'impact de ce second cycle de trafic "généré", comme on l'appelle souvent, doit être pris en compte dans le calcul de la rentabilité d'un investissement routier."

C'est vers la moitié des années 60 qu'une combinaison de bon sens, d'expériences relatives à l'impact de vastes projets d'aménagement et de résultats de modélisation, a été suffisante pour persuader le Ministre des Transports (1968) d'affirmer officiellement que la génération de trafic devrait être intégrée dans les prévisions de l'impact d'une nouvelle route. La citation ci-après illustre la recommandation émise à cette époque :

"Génération de trafic

Le trafic a augmenté également parce que la réduction du temps de déplacement engendre de nouveaux déplacements qui n'auraient pas lieu dans le cas contraire. Il n'est pas nécessaire de prévoir le trafic généré pour les petits projets d'aménagement dont l'impact sur le temps de déplacement global est faible, semble-t-il, mais pour les projets importants

ou pour les projets de moindre envergure s'inscrivant dans le cadre de plans plus vastes, celui-ci devrait être prévu. Il existe un lien entre le volume de trafic généré et le gain de temps de déplacement entre les principaux lieux d'origine et de destination, et la prévision de trafic généré devrait être le double de la diminution en pourcentage du temps de déplacement total pour chaque paire d'origines et de destinations... Le trafic généré, dans le cadre de vastes plans d'aménagement, a souvent été 5 à 25 pour cent supérieur au niveau de trafic normal prévu. Ce chiffre pourrait être plus élevé dans des cas exceptionnels, par exemple quand un nouveau pont réduit sensiblement le temps de déplacement. Il semble aussi que du trafic soit généré par un nouvel itinéraire qui évite ou remplace une route à péage.

Impact d'autres améliorations routières

Il pourrait être parfois nécessaire de prendre en considération l'impact d'autres projets d'aménagement géographiquement proches susceptibles d'être réalisés pendant la période de conception... Si une autoroute ou une route principale doit être construite, elle peut diminuer le trafic et réduire la demande sur l'itinéraire existant à un niveau qui réduit la nécessité de nouveaux travaux routiers. Toutefois, le décongestionnement d'une route existante peut également attirer un trafic généré vers cette route. Une fois de plus, une estimation fiable de la modification de la structure des trafics dépend de la réalisation d'une enquête origines/destinations, et d'une réaffectation du trafic fondée sur des réductions estimées du temps de déplacement sur l'autoroute ou les autres routes. A défaut d'information directe, il faudra fonder les prévisions sur l'expérience résultant d'autres projets d'aménagement similaires.

Dans certains cas, tel celui des liaisons de raccordement avec une autoroute, le trafic sera accru par la présence de l'autoroute et les estimations d'accroissement du trafic pourront être réalisées en utilisant la même technique."

2.2. Rejet : des années 70 aux années 90

Toutefois, dans les cinq années qui ont suivi la publication de ces principes directeurs, la démarche a commencé à changer dans la pratique, le Ministère des Transports estimant qu'une capacité routière suppplémentaire n'influençait généralement pas le volume du trafic, sauf dans de rares cas très particuliers tels

que de nouvelles traversées d'estuaires, et qu'il conviendrait de ne prévoir ce trafic que si un constat empirique convaincant s'imposait dans ce sens. Les raisons de ce changement ne sont pas totalement connues de l'auteur et il semble qu'elles n'aient pas été publiées. Deux explications ont été avancées :

a) A la fin des années 60 et au début des années 70, le Ministère des Transports a mis au point son système officiel d'évaluation coûts/avantages pour les routes (COBA), prévoyant la prise en compte du trafic généré (la logique de base de ce système était incontestablement conforme à cette intention). Toutefois, les premières versions n'ont pas intégré cet élément, principalement pour des raisons de facilité, et plus cette situation a duré, plus la résistance au changement d'une procédure perçue comme "ayant fait ses preuves" s'est accrue.

b) Selon une autre explication, lors de l'évaluation de certains projets routiers qui faisaient l'objet de controverses à Londres à ce moment-là, on a procédé au calcul des avantages liés au trafic généré par la route. Les opposants au projet ont fait valoir que cet élément pesait injustement en faveur du projet, ces avantages étant amplifiés par une population qui, en un certain sens, n'existait pas encore, et de nouveaux calculs, excluant de tels avantages de cette estimation, ont été effectués. Cette pratique était jugée "conservatrice" (c'est-à-dire débouchant, semble-t-il, sur une sous-estimation des avantages, ce qui n'est pas tout à fait vrai, mais c'est ce que l'on croyait à cette époque) et a été favorisée par le Ministère des Finances, peut-être pour contrebalancer ce qui était parfois considéré comme une manifestation d'optimisme exagéré dans le calcul des avantages ; son usage dans les faits est donc devenu général.

Aucune de ces raisons n'était fondée sur de nouvelles preuves. L'auteur n'a d'ailleurs connaissance d'aucune publication importante de cette période jetant réellement le doute sur la pratique suivie antérieurement. Toutefois, quelle qu'en soit la raison, non seulement la pratique a changé, mais aussi l'argumentation utilisée pour la justifier.

Les personnes et les institutions n'étaient pas peu nombreuses à se sentir mal à l'aise devant cette nouvelle approche qui a débouché sur deux décennies de litiges continus, notamment en ce qui concerne les grands projets d'aménagement routier soutenus par le gouvernement, mais auxquels s'opposaient une autorité locale ou des groupes de pression locaux de résidents.

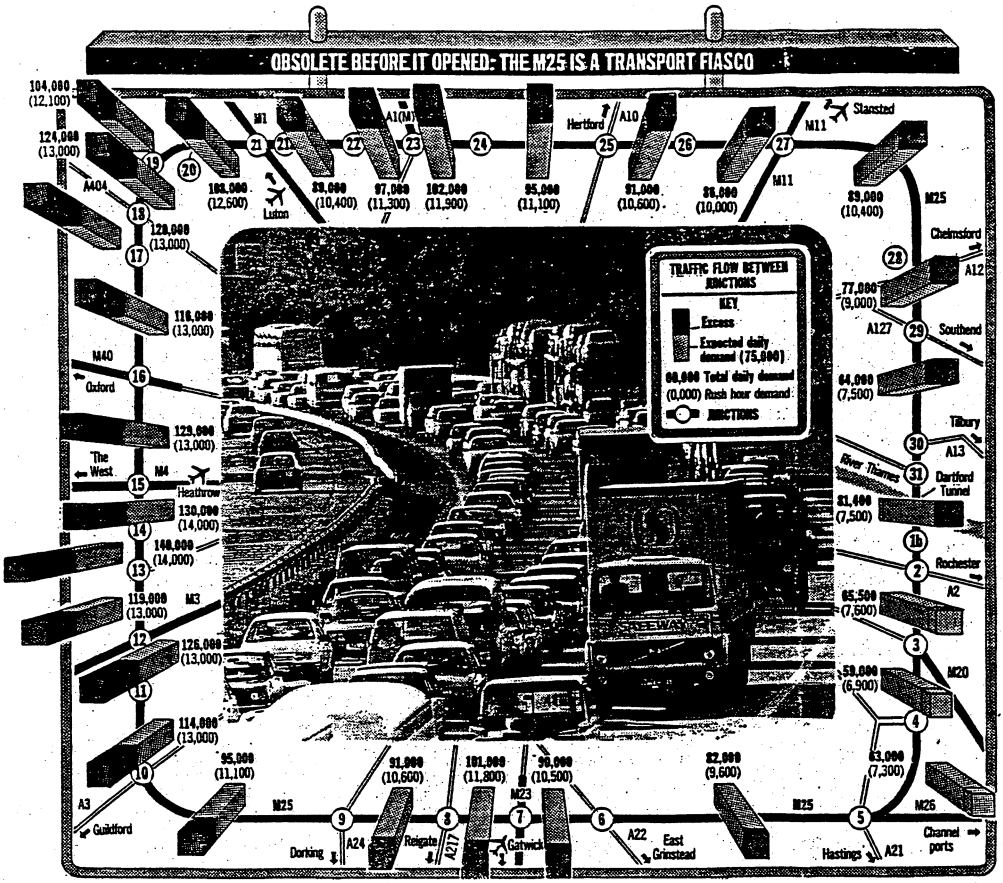
Ces opposants ont souvent cherché à mettre en doute la validité des prévisions officielles de trafic dans le cadre des enquêtes publiques menées dans la perspective de la création de nouvelles routes. Cette opposition n'a été que rarement étayée par des références à des preuves scientifiques : la question devint rapidement celle de savoir si l'un quelconque des opposants était *juridiquement* habilité à mettre les chiffres en doute. Une affaire importante, *Bushell et Brunt contre Secrétariat d'État aux Transports et à l'Environnement, 1980*, a été portée devant la Chambre des Lords (instance de recours suprême) qui a estimé que les prévisions ne pouvaient pas être mises en doute au niveau des enquêtes.

2.3. Analyse de la croissance du trafic sur la M25

La construction de la M25 a joué un rôle particulièrement important en ce qu'elle a généré un intérêt renouvelé du public à l'égard de la question du trafic induit, parce qu'il est très vite apparu que le volume du trafic, sur presque chacune des sections de cette autoroute, était de loin plus important que ce qui avait été prévu. C'est peut-être le Sunday Times (28 août 1988) qui a le mieux stigmatisé cette situation, quand il décrivait la M25 comme un "fiasco en matière de transport" et "désuète avant d'être ouverte", en citant Paul Channon, Secrétaire d'État aux Transports, pour qui les autoroutes ont été victimes de leur propre succès ("c'est précisément parce qu'elles sont si rapides et si pratiques que les automobilistes les utilisent davantage"). L'opinion publique a été très sensible au fait que la M25 a drainé vers elle une bonne part de trafic supplémentaire, au-delà de ce qui pouvait être imputé à de simples changements d'itinéraire. Le Graphique du Sunday Times, reproduit à la page suivante, donne une image forte de ce contraste entre les attentes et la réalité. Ce même Graphique a ensuite été mis à jour et utilisé dans le cadre de plusieurs interventions techniques officielles sur cette affaire, par exemple par le National Audit Office et par SACTRA (1994).

Le Ministère des Transports a demandé à des consultants de se pencher sur l'expérience de la M25 et leurs conclusions générales, s'appuyant largement sur le rapport interne du Ministère tel que résumé dans SACTRA (1994), peuvent être synthétisées de la manière suivante :

Graphique 1. **Couverture par les médias du trafic sur la M25**



Source : Sunday Times du 28 août 1988.

a) Le trafic qui utilise une nouvelle route peut être décrit comme appartenant à l'une des catégories suivantes : réaffectation, redistribution, transfert modal, trafic lié au développement, trafic généré, trafic résultant d'une modification de l'horaire de déplacement. L'importance relative de chacune de ces catégories sur la M25 n'est pas connue.

b) La majorité des effets de **réaffectation** liés à une nouvelle route se produit généralement, selon les hypothèses, dans les trois à six premiers mois suivant sa réalisation. La M25 a été achevée en novembre 1986 et les effets de réaffectation sont donc censés s'être produits dans leur majorité au début de 1987. La vitesse du trafic à l'extérieur de Londres a continué à baisser. Aussi est-il possible que les augmentations générales des niveaux de trafic se soient orientées de façon disproportionnée vers la M25, même après la prise en compte initiale des effets de réaffectation. Lorsque la M25 est congestionnée aux heures de pointe, il est possible que le trafic local se réoriente, à ces moments-là, vers les routes initialement décongestionnées par la M25.

c) Le volume absolu du trafic **redistribué** n'est pas connu et il s'agit généralement d'une question de jugement. Dans le contexte de la M25, on sait que la population de Londres et du Sud-Est représente un nombre élevé de personnes qui sont relativement mobiles quant à leur lieu d'habitation et à leur lieu de travail. Les fortes hausses de prix dans l'immobilier ont poussé un grand nombre de personnes à s'installer dans les zones périphériques. Le réseau d'autoroutes du Sud-Est affiche des pointes élevées et des fluctuations des flux de trafic généralement associés aux flux urbains alternants et il est évident que la redistribution peut se produire très rapidement ou même anticiper l'ouverture d'une nouvelle infrastructure. Autant de raisons qui permettent de croire que le trafic redistribué a été un élément important dans les tendances récentes en matière de croissance de trafic sur la M25.

d) Le **transfert modal** des individus, des transports publics vers la route, ne serait pas, semble-t-il, un trait important du trafic de la M25 en tant que route interurbaine et liaison de contournement de Londres. Toutefois, la M25 a également une autre fonction, puisqu'elle relie l'ensemble de la région aux zones périphériques de Londres. Vu la nature radiale du réseau de chemin de fer, certains des trajets de ce

type seraient passés par le centre de Londres. L'achèvement de la M25 permet maintenant d'accomplir ces trajets plus facilement en voiture. Il en résulte que la M25 a vraisemblablement favorisé un certain transfert du rail vers la route.

e) La M25 a généré une forte incitation au développement foncier des parcelles situées à proximité de cette autoroute, mais la majorité des projets de développement ne sont pas encore arrivés à maturité. Le trafic dû à ce **développement** semble revêtir une importance limitée pour expliquer l'évolution récente du trafic, mais si ces développements fonciers aboutissent, il est vraisemblable que ce trafic sera un facteur important des tendances à venir.

f) Il existe d'autres exemples de projets d'aménagement qui semblent avoir **généré** de nouveaux voyages d'agrément : les excursions du Grand Manchester à Blackpool dès l'achèvement de la M6/M54, ou d'Avon à Dartmoor après l'achèvement du tronçon Sud de la M5. Il n'existe aucune information ou élément de preuve concernant l'importance éventuelle que ceci représente pour la M25.

g) Sur certains tronçons de la M25, où l'on assiste à une congestion aux heures de pointe, on constate un certain **étalement** de la pointe. Ce qui est très important, c'est que si cet étalement a eu lieu, l'inverse peut également se produire à la suite d'améliorations de capacité.

h) La croissance du trafic sur les grandes routes radiales à l'extérieur de la M25 a souvent été plus importante que la croissance sur les mêmes routes radiales à l'intérieur de la M25, ce qui permet de croire que la majeure partie du trafic sur la M25 provient de la réaffectation de mouvements existants, radiaux en particulier.

Cette étude tendait donc à confirmer, en raison de l'absence de preuves convaincantes, la pratique de l'époque. Toutes les études n'ont pas abouti aux mêmes conclusions. Pells (1989) cite 78 études (dont certaines ont été publiées), discussions théoriques, exercices de modélisation et comptages de trafic. Les résultats en sont très divers, avec des estimations du trafic induit (défini très grossièrement, c'est-à-dire tout le trafic supplémentaire autre que le trafic réaffecté) allant de 0 à 76 pour cent des augmentations de trafic observées. Divers éléments indiquent que la modification des horaires de déplacements pourrait revêtir une certaine importance. En revanche, il n'y a que peu d'indices

qui témoignent de l'importance relative de la redistribution, du changement modal et des déplacements générés (dont chacun pourrait représenter de 2 à 10 pour cent du trafic), de même que de l'impact de l'utilisation des sols.

Dans une étude passant en revue la littérature existante sur l'impact des changements de niveau de la congestion, Hawthorne et Paulley (1991) ont trouvé des références mettant en cause le choix de l'itinéraire, l'heure de départ liée parfois à l'existence d'horaires flexibles, les changements de modes incluant le covoiturage et les transports publics, la fréquence des déplacements, des adaptations complexes au sein des ménages concernant la structure des déplacements et des activités, et des modifications quant aux intentions de possession d'une voiture. Une analyse aboutissant à des conclusions opposées est celle de Howard Humphreys and Partners (1993) qui ont suggéré que la réaffectation est la seule réponse étayée par des preuves et que tout accroissement de trafic observé sur des routes améliorées pourrait être dû à des automobilistes faisant de très longs détours pour les utiliser (en termes d'impact environnemental, la distinction n'est pas très importante, encore qu'elle établisse une différence sensible en matière de compréhension des phénomènes et d'évaluation des résultats).

3. L'APPROCHE SACTRA

SACTRA (*Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment*) est un comité constitué par le Secrétaire d'État aux Transports. Composé d'experts externes et indépendants de la gestion et de la politique du Ministère des Transports, ce comité a été invité à examiner les éléments pouvant aller à l'encontre des pratiques jusque-là en usage et à faire des recommandations en vue de tout changement utile. Les sections ci-après rendent compte de l'approche adoptée par le Comité.

3.1. Définitions

Il y a un risque que le problème du trafic induit soit défini de façon trop étroite, en raison des "schémas de pensée" qui sont encouragés par les modèles de demande de transport habituellement utilisés. Par exemple, le terme "trafic généré" (utilisé souvent comme synonyme de trafic induit) crée la confusion avec "déplacements générés". Dans d'autres cas, on part de l'hypothèse que les

réactions prévues dans le modèle conventionnel à quatre niveaux (génération, distribution, choix modal, affectation) sont les **seules** réactions possibles et, dans ce cas, il est commun de définir le trafic induit comme étant celui des trois premiers de ces quatre niveaux, excluant la réaffectation.

Toutefois, c'est un axiome que de dire que le déplacement est rarement une fin en soi. Les individus se déplacent pour répondre aux obligations journalières de leur vie privée et sociale et pour se rendre à leur travail ou exercer des activités de loisirs qui engendrent des avantages économiques ou autres. Les entreprises privées et les institutions publiques sont parties prenantes aux mouvements de marchandises et à la fourniture de services qui leur apportent des gains financiers ou qui leur permettent d'assumer les responsabilités légales qui sont les leurs. Seuls quelques rares déplacements sont entrepris pour le seul plaisir de se déplacer. On peut concevoir qu'une route nouvelle et améliorée puisse stimuler les déplacements de certaines personnes s'intéressant à sa conception ou aux panoramas qu'elle offre, mais en général ce qui réellement génère le déplacement, ce sont les structures d'habitat et la localisation des lieux de résidence et de travail, ainsi que celle des sources d'approvisionnement, des magasins, des hôpitaux, des installations dédiées aux activités de loisirs, etc. En d'autres termes, un meilleur accès aux diverses affectations du sol autorise un niveau plus élevé d'activités sociales et individuelles mais celui-ci engendre un déplacement. Meilleur accès qui, lui-même, permet de changer l'affectation des sols, de créer de nouvelles affectations et de faire évoluer les schémas d'occupation des sols.

Aussi le comité a-t-il adopté une vision beaucoup plus large des choses : le trafic induit est défini comme incluant **toutes** les réactions individuelles ou collectives qui aboutissent à un volume de trafic après amélioration d'un axe plus important que le volume de trafic sans amélioration. Il peut s'agir des quatre réactions susmentionnées (y compris la réaffectation si une amélioration encourage certains automobilistes à faire un détour pour bénéficier des avantages d'un déplacement plus rapide). Il peut s'agir également de réactions qui ne sont normalement pas incluses dans les modèles de trafic, par exemple, décalage horaire, consolidation des déplacements. Il peut s'agir, enfin, aussi des changements à plus long terme en matière d'utilisation des sols et de développement régional pouvant résulter de la réalisation d'une route importante, même si ce n'est pas là la fonction première de celle-ci.

3.2. Par quel processus des améliorations routières peuvent-elles induire davantage de trafic ?

Si le trafic augmente en raison de la somme totale des activités sociales et individuelles et de l'évolution des schémas d'utilisation des sols qui influencent l'emplacement de ces activités, il faut aussi, pour aboutir à ce résultat, que des millions de décisions et de choix soient opérés. Des politiques et des projets sont formulés qui déterminent, dans leurs grandes lignes, les plans d'utilisation des sols et les schémas de développement économique et qui définissent les sensibilités écologiques. Des entreprises se créent, d'autres disparaissent. Des organismes publics modifient leur charge de travail et leurs priorités, des individus fondent des foyers, y mettent fin, obtiennent et perdent des emplois, développent des goûts et des préférences. L'état général de l'économie déterminera la prospérité des individus et, partant, influencera le nombre et la taille des voitures qu'ils pourront acheter. Les prix de l'essence peuvent changer à la suite de mesures politiques nationales ou de développements internationaux. Les changements dans le domaine électronique peuvent modifier l'équilibre entre le temps consacré aux loisirs à l'intérieur et à l'extérieur du domicile.

On peut donc redéfinir la question comme suit. Vu que tous ces choix et décisions dépendent, en permanence, d'autres motivations, l'apport de nouvelles capacités routières peut-il, dans une certaine mesure, modifier les décisions que les individus et entreprises prennent, au point de modifier le volume total de trafic ? Il est utile de lister les principales réponses qui peuvent survenir dans ce contexte :

- réponses liées au volume total d'activités ;
- réponses liées à la localisation des activités ;
- réponses liées à l'horaire des activités ;
- réponses liées au mode de transport utilisé ;
- réponses liées à la coordination de divers individus ;
- réponses liées à l'itinéraire choisi ;
- réponses liées aux effets des autres réponses.

Réponses liées au volume total d'activités

Prenons un vaste plan d'aménagement routier qui prévoit la construction d'un périphérique autour d'une ville et qui réduit donc substantiellement le temps nécessaire pour se rendre dans le centre d'une autre ville, du fait de l'amélioration apportée aux liaisons avec les autoroutes desservant d'autres

destinations. Que peut-il se passer ? On espère souvent qu'une nouvelle route donnera un coup de fouet à la zone qu'elle dessert et encouragera le développement de l'économie locale, soit en réduisant les coûts de production et de distribution des entreprises locales, soit en raison de facteurs symboliques ou psychologiques liés à la confiance et au dynamisme. Si le nombre d'emplois augmente globalement, il est évident qu'il y aura également une augmentation du nombre de déplacements nécessaires pour se rendre au travail, pour les livraisons, etc.

Il en irait de même pour certaines activités requérant pour être viables une population minimale dans la zone naturelle d'attractivité, par exemple, une piscine olympique. Isolément, les villes pourraient ne pas être en mesure de financer un tel projet, mais grâce à l'accès qu'assure la localisation de cette piscine à mi-chemin entre deux villes, la chose devient possible : dans ce cas, il est bien certain que les gens se déplaceront pour aller à la piscine.

A un niveau plus modeste, plus personnel, il se pourrait qu'une vitesse améliorée permette de se livrer à certaines activités supplémentaires qui n'étaient pas possibles antérieurement -- rentrer déjeuner à la maison ou rendre visite à des amis sur le chemin du retour.

Réponses liées à la localisation des activités

Le même processus entraîne également des changements dans ce domaine étroitement lié au précédent que constitue la localisation des activités. Avant même que la nouvelle route ne soit achevée, les entreprises les plus dynamiques et certains individus peuvent se rendre compte qu'il y a avantage à déménager afin d'exploiter les possibilités qu'offrent de meilleures communications. Une société de distribution pourrait demander l'autorisation de construire une grande surface en dehors de la ville, à proximité de nouveaux carrefours, plutôt qu'au centre de la ville, comme elle l'envisageait au départ. Une autorité sanitaire peut estimer que c'est là l'occasion de remplacer certains petits hôpitaux locaux par un nouvel hôpital régional avec de bons accès routiers (après avoir mis dans la balance le fait que tous les usagers ne trouveront pas nécessairement cela pratique). Certaines personnes peuvent estimer qu'un déplacement pour se rendre à leur travail -- impossible auparavant -- devient parfaitement faisable et, en conséquence, décider d'acheter une propriété ou de postuler pour des emplois qui ne pouvaient être envisagés antérieurement du fait de leur localisation. Il se pourrait toutefois que cette démarche impose l'acquisition d'une deuxième voiture par le ménage.

Dans ce cas, bien que les décisions puissent être prises avant l'ouverture de la route, elles pourraient avoir des effets après cette ouverture. Ainsi, les grandes surfaces commerciales en dehors des villes connaissent généralement un niveau plus élevé d'utilisation de la voiture par les clients et d'autres schémas de livraison par camion que ceux appliqués pour les magasins du centre-ville. Il pourrait en résulter un accroissement des niveaux de trafic suburbains, mais une réduction du trafic dans le centre-ville. Dans une première ville, le périphérique pourrait contribuer à assurer des déplacements, dans le cadre du travail, d'une banlieue à une autre et souvent en voiture. Dans une deuxième ville, l'accès routier au centre-ville étant amélioré, cela pourrait inciter davantage d'automobilistes à y faire leurs achats, en fonction toutefois des possibilités de stationnement.

Les réponses peuvent revêtir non seulement un caractère économique, mais aussi politique : si (par exemple) dans le centre-ville ainsi contourné, le commerce se met à décliner, les magasins pourraient perdre de leur attrait et donc tenter de rivaliser les uns avec les autres en faisant du plus faible niveau de trafic un atout, en favorisant largement les zones piétonnes et les améliorations urbaines, et en récupérant des clients grâce à un meilleur réseau de transports publics. Par ailleurs, les niveaux de trafic dans le centre de la deuxième ville peuvent devenir excessifs, ce qui pourrait entraîner des réactions politiques débouchant sur des restrictions de trafic, un contrôle du stationnement, etc.

Toutes ces décisions sont relativement importantes et bien que certaines réponses puissent être très rapides, il n'est pas réaliste de croire que tout serait réglé très rapidement. D'autres entreprises, d'autres individus prendront plus de temps pour percevoir les nouvelles possibilités (et pourraient même arriver trop tard pour en tirer parti). De nouveaux résidents s'installant dans les villes concernées pour d'autres raisons pourraient adopter des schémas de travail et de vie tenant compte de la nouvelle route et des effets qui en résultent sur les schémas d'utilisation des sols et sur l'économie locale, et considérer ces éléments comme des traits caractéristiques de leur nouvelle résidence.

Aussi, vu que c'est le schéma d'utilisation des sols et des activités qui est à l'origine du trafic, nous aimerions tenir compte de toute modification de ces schémas, qui est provoquée par des changements affectant la facilité de mouvement d'un endroit à un autre.

Réponses liées à l'horaire des activités

Une nouvelle route est bien sûr disponible 24 heures sur 24, mais les gens l'utilisent davantage à certains moments de la journée qu'à d'autres. Il se pourrait (vu la façon dont les êtres humains organisent leur existence) que les gens préfèrent exercer la plupart de leurs activités extérieures à leur domicile en quittant leur maison tôt le matin, à l'heure qui leur convient le mieux, pour ne pas rentrer trop tard le soir. Avant l'amélioration de la route, la congestion du trafic aurait pu être telle qu'il n'eût pas été intéressant d'agir de la sorte et il se pourrait que les personnes qui avaient le choix, aient préféré quitter leur domicile à un autre moment, certes moins idéal, c'est-à-dire un peu plus tard ou plus tôt qu'elles ne l'auraient voulu. Grâce à l'amélioration apportée par la nouvelle route, elles peuvent de nouveau choisir pour leurs déplacements un moment leur convenant mieux.

Plus indirectement, il existe des éléments structurels évidents (qui ne sont pas nécessairement liés aux transports) qui amènent les grands centres commerciaux de la périphérie, les jardineries, etc. à adopter des conventions en matière d'heure et de jour d'ouverture différentes des conventions traditionnelles. Si les développements précités se produisaient réellement, on assisterait à un certain déplacement dans l'équilibre journalier et hebdomadaire qui s'établit entre trafics de pointe et trafics d'autres périodes.

Réponses liées au mode de transport utilisé

Exception faite des modifications structurelles examinées ci-dessus, les gens continueront à se déplacer -- ces déplacements pouvant être nombreux -- à partir de la même origine vers la même destination pour le même motif au même moment de la journée qu'auparavant. Toutefois, il se pourrait que la route améliorée pousse certaines personnes à estimer plus pratique de se déplacer en voiture ou en autobus plutôt que de prendre le train comme elles le faisaient auparavant.

En revanche (si, disons, l'amélioration de l'infrastructure routière est assortie de mesures d'accompagnement telles que la priorité accordée aux autobus et le développement de parkings d'échanges "*park and ride*"), il se pourrait que le nouvel équilibre aille dans le sens d'une utilisation plus poussée des autobus, pénalisés jusque-là par la congestion. Dans ce cas, certains usagers pourraient trouver utile d'effectuer certains déplacements en autobus plutôt qu'en voiture ou en train.

Réponses liées à la coordination de différents individus

Il existe un certain nombre de types de déplacements où il convient de tenir compte des besoins de plus d'un individu, par exemple dans le cas de déplacements circulaires complexes liés à l'accompagnement des enfants à l'école et à des courses effectuées sur le chemin du travail, ou d'arrangements de covoiturage entre employés d'une même entreprise. Dans ces cas -- qui sont généralement délicats à organiser -- de nouvelles infrastructures routières pourraient modifier le juste équilibre entre ce qui est réalisable et ce qui ne l'est pas : ceci pourrait déboucher sur un accroissement du covoiturage (ce qui entraînerait une diminution du trafic) ou sur la possibilité de déplacements plus nombreux effectués avec la même voiture (ce qui entraînerait un accroissement du trafic).

Réponses liées à l'itinéraire choisi

Le choix existe souvent entre plusieurs itinéraires pour un déplacement donné et, dans pratiquement tous les cas, une route améliorée modifie l'avantage que présente un itinéraire par rapport à un autre, de sorte que les gens trouveront plus pratique de choisir l'itinéraire amélioré. L'impact de cette situation peut se faire sentir dans les deux sens : si la route améliorée est plus droite et plus directe, le nombre de kilomètres parcourus par les voitures qui l'utilisent diminuera. En revanche, il se pourrait que la route améliorée soit si rapide qu'il soit préférable de faire un détour pour utiliser cette route ; dans ce cas, le temps de déplacement diminuera, mais le nombre total de kilomètres parcourus augmentera et l'on assistera à une augmentation du trafic sur les voies d'accès à la nouvelle route.

Réponses liées aux effets des autres réponses

L'expérience quotidienne montre qu'en général, lorsqu'il y a augmentation du volume de trafic, celle-ci tend, au-delà d'un certain point, à se ralentir. Ceci signifie que dès lors que certaines ou toutes les réponses précitées acquièrent de l'importance, elles commencent à avoir une influence sur la situation des routes améliorées (et des autres routes) et, par conséquent, modifient les conditions dans lesquelles sont prises les décisions. Si nombreux sont ceux qui délaissent l'itinéraire de substitution non amélioré, celui-ci pourrait devenir plus séduisant et d'autres personnes pourraient estimer qu'il est suffisamment rapide pour leur offrir des perspectives. Si les activités suscitées par la route améliorée sont trop nombreuses, le trajet sur celle-ci ne sera pas aussi rapide et un moment viendra où certains automobilistes pourraient de nouveau la délaisser. Il y a un

phénomène d'interactions permanentes et des années pourraient s'écouler avant que l'interaction des décisions n'aboutisse à un résultat définitif, si tant est que cela puisse se produire.

Par conséquent, une prise en compte, d'un point de vue qualitatif général, des processus censés faire partie du mode de vie moderne, montre qu'il est *possible* que des décisions sensées et normales engendrent un trafic supplémentaire, dû à la création de nouvelles capacités routières. Toutefois, si cela se produit, ce sera dans le cadre d'un processus très complexe, avec des réponses immédiates, voire anticipant la réalisation effective de l'amélioration de l'infrastructure, mais ce processus prendra un bon bout de temps avant d'arriver à complète maturité.

3.3. Constat empirique

3.3.1. Taux de croissance différentiels

Les premières observations ont mis en évidence l'existence de taux de croissance différentiels. Une preuve plus tardive en a été fournie par l'*Institution of Highways and Transportation* (SACTRA 1994, Graphique 2) et par Mogridge *et al.* (1987), dont l'analyse des données pour Londres a permis d'élargir l'approche de Grandville et de Smeed. La croissance du trafic sur le périphérique londonien a pratiquement toujours suivi le rythme d'accroissement moyen du parc de voitures, soit 2.3 pour cent par an. En revanche, le taux de croissance à l'intérieur de ce périphérique n'a été que de 0.8 pour cent par an et s'est élevé au centre de Londres à 0.4 pour cent par an.

Au niveau national, les taux de croissance du trafic ont toujours été les plus faibles là où la congestion était la plus forte, et les plus rapides là où il existait des capacités disponibles ou là où étaient créées de nouvelles capacités. De 1980 à 1990, le trafic a augmenté de 20 pour cent sur les grands axes dans les zones bâties, de 58 pour cent sur les grands axes dans les zones non-bâties et de 73 pour cent sur les autoroutes.

En soi, l'observation selon laquelle le trafic a augmenté davantage là où il y a de la capacité disponible ne prouve pas que l'apport de capacité ait été à la base de la croissance du trafic. Toutefois, de la fin des années 1950 à 1990, le volume de trafic sur les routes principales du Royaume-Uni a augmenté globalement d'un coefficient 8. Pendant cette période, quelque 3 000 kilomètres d'autoroutes ont été construits. La structure actuelle du trafic sur les routes

principales, dans le temps et dans l'espace, n'aurait pu exister sur le réseau routier de 1950. Il est fatalement logique de croire que dans ces conditions, une certaine partie du trafic aurait été supprimée. Si, dans ces circonstances, l'on accroît la capacité routière, il est tout aussi logique de croire qu'apparaîtra le trafic qui aurait été autrement supprimé.

3.3.2. Preuves résultant d'études économétriques et d'analyses de la demande de déplacement

La présente section examine un ensemble d'éléments qui ne concernent pas directement la question du trafic induit, mais qui expliquent, de manière évidente, le trafic existant et qui peuvent être combinées pour déboucher sur des déductions indirectes, mais puissantes au niveau de leur pouvoir explicatif. Quatre fils conducteurs, apparemment distincts, sont pris en considération, à savoir l'impact du coût monétaire d'utilisation de la voiture, la capacité de l'autoroute, le budget lié au temps de déplacement et la valeur du temps.

Coût d'utilisation de la voiture

Il est connu que le coût d'un déplacement en voiture a des effets sur le volume du trafic. Une analyse de la littérature existante réalisée par Goodwin (1992) fait état de 13 études dans lesquelles a été calculé l'impact du prix des carburants sur la consommation de ceux-ci (avec une élasticité à court terme d'environ - 0.25 à - 0.3 et une élasticité à long terme de - 0.7 à - 0.8) et de 11 études dans lesquelles a été calculé l'impact du prix des carburants sur le niveau du trafic (avec des élasticités de - 0.16 à court terme et d'environ - 0.3 à long terme, ces élasticités atteignant - 0.5 dans d'autres études où la période couverte pour l'observation des effets n'est pas précisée).

Une analyse portant sur des observations réalisées en Australie par Luk et Hepburn (1993) fait état de 28 études et aboutit à la conclusion que l'élasticité à long terme des niveaux de trafic par rapport aux coûts de l'essence serait de - 0.1 à court terme et de - 0.26 à long terme. Oum *et al.* (1992) font état de 7 études relatives à l'utilisation de la voiture en fonction du prix de l'essence, qui aboutissent à des élasticités se situant dans une marge allant de - 0.09 à - 0.5. Halcrow Fox *et al.* (1993) évaluent l'élasticité-prix à court terme pour l'utilisation de la voiture dans la région de Londres à - 0.16 et avancent comme probable, sur la base d'une "étude des études", une valeur de - 0.31 à long terme. Ils ont également calculé une série de valeurs pour divers motifs de déplacement qui vont de - 0.05 à - 0.87, à partir d'une analyse fondée sur les

préférences déclarées. Virley (1993) relève un effet à court terme des prix des carburants sur la consommation de ceux-ci de - 0.09 et un effet à long terme de - 0.46.

Si l'on considère ces résultats dans leur globalité, on peut affirmer avec relativement de certitude qu'à un niveau agrégé, on constate un certain impact du coût monétaire du déplacement en voiture sur le volume du trafic, avec une élasticité se situant entre - 0.1 à - 0.5.

Capacité de l'autoroute

Williams et Lawlor (1992) ont analysé le poids relatif de divers facteurs expliquant la croissance du trafic sur autoroute pendant la période allant de 1978 à 1988, et ont estimé qu'un accroissement de 10 pour cent de la longueur de l'autoroute aboutissait à un accroissement de 1 pour cent environ du trafic autoroutier. Une étude plus récente, effectuée par le *Centre for Economics and Business Research* (1994), a eu recours à une approche fondée sur les élasticités, sur la base d'un modèle macro-économique liant les facteurs transport et les facteurs économiques, afin d'évaluer le trafic généré par une dépense routière de 50 pour cent supérieure ou inférieure à celle correspondant au programme en cours de réalisation. En résumé, les conclusions de ce rapport sont les suivantes :

> *"Un accroissement de 50 pour cent par rapport aux plans d'aménagement existants... entraînerait un accroissement du niveau d'utilisation des routes de seulement 0.77 pour cent. Une réduction de 50 pour cent ferait baisser le niveau d'utilisation des routes de seulement 1.1 pour cent".*

Pour les commanditaires du rapport (la Fédération Routière Britannique), ces chiffres montrent que le trafic induit est négligeable. Toutefois, une lecture plus attentive des calculs indique qu'un accroissement de 50 pour cent des dépenses entraînerait, selon les estimations, d'ici l'an 2010, un accroissement de 7 pour cent de la capacité des routes principales et ce sont ces 7 pour cent de capacité routière supplémentaire qui génèrent le 0.77 pour cent de trafic supplémentaire. A des niveaux moyens, ceci implique une élasticité du trafic par rapport à la capacité de 0.11 (c'est-à-dire 0.77/7), très proche des conclusions de Williams et Lawlor.

Budgets liés au temps de déplacement

De nombreux chercheurs, dont les travaux ont été analysés par Gunn (1981), ont trouvé que la somme du temps passé en déplacements, est, en moyenne, assez semblable pour les gens vivants dans des pays différents ou dans des zones très différentes les unes des autres et offrant diverses possibilités de déplacement. Downes et Emmerson (1983) ont conclu que des vitesses de déplacement plus rapides encouragent généralement les déplacements et que, lorsque l'on tient compte de l'utilisation supplémentaire en d'autres lieux du temps économisé, les automobilistes dépensent tout le gain de temps potentiel dû à des vitesses de déplacement plus élevées à d'autre déplacements. L'examen des conclusions de 13 auteurs spécialistes dans ce domaine, dans un numéro spécial du journal "*Transportation Research*" (janvier 1981), ne montre aucune base solide sous-tendant l'idée que les budgets consacrés aux déplacements sont absolument stables (ce qui impliquerait que tous les gains de temps réalisés sur les déplacements soient réutilisés sous forme de déplacements supplémentaires). En revanche, toutes les preuves recueillies sont compatibles avec la proposition plus faible selon laquelle une partie du temps gagné serait réutilisée de cette façon. Une telle réutilisation ne se manifesterait d'ailleurs pas nécessairement sur la route améliorée elle-même ou à proximité de celle-ci. Stokes (1994) a suggéré une augmentation, de 1952 à 1992, du temps total passé à se déplacer, de 49 minutes à 63 minutes, avec une augmentation moyenne de 29 minutes par personne se déplaçant en voiture, compensée en partie par une réduction de 15 minutes pour les personnes utilisant d'autres modes de transport.

Valeur du temps

Les études empiriques sur l'évaluation monétaire des coûts du temps de déplacement constitue un exercice très répandu dans la recherche sur les transports. Les procédures actuelles utilisées en Grande-Bretagne sont fondées sur une étude effectuée par MVA Consultancy en collaboration avec les groupes spécialisés en matière de transports des universités de Leeds et d'Oxford (1987) qui faisait également état d'une centaine d'autres références dans ce domaine. Cette étude a permis de dégager, pour un automobiliste moyen, une valeur du temps (aux prix de la mi-1985) de 3.5 à 5.0 pence la minute pour le temps passé dans le véhicule. Aux prix de 1993, ceci équivaut à une valeur par automobiliste d'environ 6 pence la minute.

Synthèse des résultats des recherches économétriques

Il existe entre les résultats précités un lien logique qui a des implications directes eu égard à la question du trafic induit. Nous établirons tout d'abord un lien entre les élasticités-prix et la valeur du temps.

Si nous connaissons l'effet des augmentations du prix des carburants sur les niveaux de trafic, et si nous connaissons les valeurs équivalentes, pour les automobilistes, des modifications du prix des carburants et des changements du temps de déplacement, nous pouvons calculer l'impact que des modifications du temps de déplacement pourraient avoir sur les niveaux de trafic. Donc :

$$D = f(G)$$

$$\text{et} \quad G = M + vT$$

où D représente la demande, G le coût généralisé du déplacement, M le coût monétaire (prix de l'essence), T le temps de déplacement et v la valeur du temps. Les élasticités de la demande par rapport au coût monétaire E_m et au temps E_t sont :

$$E_m = \partial D/\partial M.M/D$$

$$E_t = \partial D/\partial T.T/D$$

Les élasticités sont proportionnelles à l'importance relative du coût monétaire et du temps, soit :

$$E_m / E_t = M/Vt$$

$$\text{donc } E_t = E_m.Vt/M$$

En partant de l'hypothèse que l'élasticité relative au prix des carburants est égale à - 0.15, la valeur du temps à 6 pence la minute, le temps moyen consacré aux déplacements en voiture par jour à 25 minutes et les dépenses par personne par jour pour les carburants à 50 pence, on obtient :

$$E_t = - 0.15 \times 6 \times 25/50$$
$$= - 0.45$$

Ainsi, une modification de la vitesse, permettant d'abaisser de 10 pour cent le temps de déplacement, entraînerait un accroissement de 4.5 pour cent du volume du trafic. En pratique, ces chiffres devraient varier en fonction du motif du déplacement, de la zone, du mode, de la vitesse de déplacement, du type de personne et de nombreux autres facteurs. Il est important de ne pas exagérer le degré de précision que comportent les calculs.

Un aspect particulier de l'importance qu'il y a à prendre en considération la sensibilité des résultats aux hypothèses retenues, est constitué par le fait qu'une élasticité par rapport au coût de l'essence de - 0.15 est généralement considérée comme traduisant un effet à court terme (c'est-à-dire s'exerçant au cours de la première année). Comme nous l'avons décrit précédemment, il existe une preuve solide selon laquelle l'impact à plus long terme serait sensiblement plus important que cela. Si nous prenons une élasticité estimée à long terme de l'ordre de - 0.3, par exemple, l'élasticité implicite par rapport au temps de déplacement serait d'environ - 1.0. Un changement de 10 pour cent de la vitesse déboucherait alors sur une modification à plus long terme du volume de trafic d'environ 10 pour cent. En cas de congestion, lorsque le temps représente une large part du coût généralisé des déplacements, l'élasticité implicite par rapport au temps de déplacement sera supérieure et, dans le cas contraire (trafic fluide), inférieure.

Ces mises en garde étant faites, nous constatons, globalement, qu'une recherche raisonnablement fondée sur le prix de l'essence et sur les valeurs du temps conduit à une valeur moyenne globale de l'élasticité à court terme du trafic par rapport au temps de déplacement, d'environ - 0.5 et à une élasticité à plus long terme de l'ordre de - 1.0.

A leur tour, ces chiffres se répercutent sur les budgets temps de déplacement et sur la sensibilité à la capacité routière, et les résultats obtenus peuvent être comparés, dans un souci de cohérence, avec ceux des autres exercices de recherche précités. Ainsi l'interprétation des résultats pour le court terme suggère-t-elle que la moitié environ du temps gagné en raison d'un accroissement de la vitesse serait "dépensée" dans des déplacements supplémentaires. Ceci est cohérent avec les résultats de certaines études relatives aux budgets temps. L'interprétation des résultats à plus long terme suggère que la majeure partie ou tout le temps gagné serait consacré à des déplacements supplémentaires. Ceci équivaut à l'hypothèse d'un budget temps de déplacement constant, ce qui est proche des résultats de Downes et Emmerson (1983) susmentionnés.

La structure différenciée des effets à court terme et à long terme est cohérente avec les différences constatées entre les effets sur la consommation d'essence, l'utilisation de la voiture, la propriété de la voiture et l'occupation des sols, si l'on part de l'hypothèse que les réponses en matière d'utilisation de la voiture sont, semble-t-il, plus rapides que les réactions en matière de possession de la voiture et d'occupation des sols ; ces hypothèses semblent plausibles et sont elles-mêmes étayées par certaines preuves.

Globalement, l'élasticité moyenne du trafic par rapport au temps de déplacement dans la fourchette de - 0.5 (court terme) à - 1.0 (long terme) semble donc compatible avec les divers éléments de preuve fournis par de nombreuses études.

Si l'étude du CEBR (1994) est considérée comme représentative de la relation entre la dépense consacrée à la route et la capacité de la route, les élasticités impliqueraient alors à court terme un niveau de trafic induit d'environ 10 pour cent du trafic de base et un niveau à plus long terme d'environ 20 pour cent. Ceci est extraordinairement proche de la pratique susmentionnée, recommandée par le Ministère des Transports (1968). Comme pour toute moyenne, cela implique que certains projets d'aménagement spécifiques se situent en deçà et d'autres au-delà des chiffres cités : une première conclusion permettrait de s'attendre à ce que des projets d'aménagement spécifiques entraînent de 0 pour cent à 20 pour cent de trafic induit à court terme et de 0 pour cent à 40 pour cent, disons, à plus long terme, les chiffres les plus élevés ayant trait aux zones de plus grande congestion.

Les études économétriques apportent donc à la fois des preuves générales, mais soulèvent aussi une hypothèse quant à la dimension réelle de l'effet susceptible d'être observé à partir d'autres recherches fondées sur une mesure directe au moyen de comptages du trafic. L'hypothèse du trafic induit laisse entendre que nous pourrions nous attendre à une augmentation de trafic de l'ordre de 10 à 20 pour cent des flux, avec une fourchette de 0 pour cent à 40 pour cent. L'hypothèse de la non-existence du trafic induit, c'est que tout trafic supplémentaire induit sur les routes améliorées serait compensé par une réduction presque égale sur les itinéraires alternatifs non améliorés, ce qui pose donc directement la question de savoir s'il est réellement possible de réduire la pression sur l'environnement dans certaines zones par la création d'une capacité routière supplémentaire permettant de délester le trafic.

3.3.3. Comparaison des prévisions et de la croissance du trafic observée sur les routes améliorées

Les prévisions des niveaux de trafic attendus sur une route améliorée font généralement partie de la planification et de l'évaluation de chaque projet d'aménagement. Supposons que nous émettions une hypothèse flatteuse selon laquelle les modèles utilisés pour ces prévisions sont corrects à tous égards, sauf en ce qui concerne l'omission du trafic induit. Si le trafic induit est important, nous aurons systématiquement dans nos prévisions tendance à sous-estimer les niveaux de trafic réels, la différence constatée résultant des hypothèses retenues étant une mesure directe du volume de trafic induit. C'est là l'exemple le plus pur en matière de recherche d'un effet inattendu supposé, puisque les prévisions proprement dites sont tout à fait claires, ce qui n'est pas toujours le cas dans d'autres domaines politiques.

Comme on l'a noté précédemment, l'acuité de la différence entre les attentes et les résultats est due au rôle-pivot joué par la construction d'un périphérique (M25) autour de Londres, dans la mesure où cette réalisation a relancé l'intérêt du public à l'égard de la question du trafic induit, parce qu'il est apparu rapidement que le nombre de véhicules utilisant cette route sur pratiquement toute sa longueur était beaucoup plus important que ce qui avait été prévu. En 1992, le volume total du trafic sur la M25 était de 55 pour cent supérieur à ce qui avait été prévu l'année de la conception de ce périphérique.

Toutefois, il serait irresponsable d'attribuer l'ensemble de ces 55 pour cent au trafic induit, étant donné que l'écart constaté peut être attribué également à d'autres erreurs de prévision. Les divers tronçons ont été ouverts entre 1980 et 1986, de sorte qu'il a fallu 6 ans avant que le périphérique ne soit pleinement opérationnel (et même 12 ans pour certains tronçons). La croissance du trafic observée dans d'autres zones comparables, mais qui n'avaient pas connu une telle augmentation de capacité, se situe pendant cette période, à un taux compris entre 1 pour cent et 3 pour cent par an. Si l'on estime que c'est ce qui se serait passé sans l'autoroute, quelque 30 à 45 pour cent du trafic restent inexpliqués. Eu égard à l'idée avancée précédemment, selon laquelle on pourrait trouver certains projets d'aménagement où le trafic induit atteindrait cet ordre de grandeur -- et l'observation selon laquelle les grandes zones urbaines congestionnées seraient celles où l'on pourrait s'attendre aux effets les plus forts -- la M25 peut être considérée comme un élément de preuve relativement solide.

Suivi par le Ministère des Transports des prévisions et du trafic observé

Le Ministère applique un système de suivi afin de comparer les flux de trafic observés dans le cadre de projets d'aménagement achevés récemment avec les prévisions qui ont été faites au moment où a été prise la décision de réaliser ces projets. Ce système a été mis en oeuvre pour la première fois en 1981 et nous avons obtenu les résultats des analyses effectuées depuis. Le premier rapport de cette série qui a été publié était en fait le sixième. Il s'intitulait "Comparaison des prévisions et du trafic observé dans le cadre des plans d'aménagement des routes principales" (Ministère des Transports, 1993). Ce document analysait les nouveaux projets qui avaient été concrétisés au cours de l'exercice ainsi que les résultats cumulés des projets qui avaient fait l'objet d'un suivi depuis que ce type d'approche avait été lancé.

L'avis du Ministère des Transports est que si le trafic induit était important mais avait été ignoré, par erreur, lors de l'établissement des prévisions, le trafic observé serait généralement supérieur aux prévisions, c'est-à-dire qu'il y aurait une tendance générale à une sous-estimation des prévisions. La conclusion générale du Ministère, dans le 6ème rapport (comme dans les rapports antérieurs) est la suivante :

"Il n'y a pas de preuve d'un tel phénomène".

Ce volet de la démarche semble avoir été un élément de preuve décisif dans l'approche du Ministère selon laquelle le trafic induit dans le cadre du plan d'aménagement des routes principales n'est pas significatif d'une manière générale. Les dernières analyses publiées (Harris, 1993), dans des rapports établis par ce Ministère, continuent à avancer ce même argument général, qui peut être résumé comme suit :

- Il ressort de l'ensemble des plans d'aménagement étudiés que les trafics ont été sous-estimés de 12 pour cent.
- Les prévisions pour l'ensemble des plans ont été établies sur la base des données fournies par les Prévisions du Trafic Routier National (PTRN), de 1980 et 1984.
- Les prévisions PTRN établies en 1980 et 1984, n'ont pas pris en compte les taux de croissance économique élevés du milieu des années 80 et, partant, elles ont sous-estimé de 16 pour cent en moyenne la croissance des niveaux de trafic nationaux.

– Avant de tirer une quelconque conclusion quant au trafic induit, l'écart constaté entre les prévisions et le trafic observé pour certains projets d'aménagement spécifiques doit dès lors être corrigé pour tenir compte de l'erreur commise dans les prévisions nationales. Une fois cette correction faite, il n'existe pas de preuve systématique de l'existence de trafic induit.

SACTRA a analysé certains détails de cette méthodologie et de cette conclusion tirée par le Ministère des Transports. A la suite de cette analyse, il a été admis que :

> *"... le système de suivi des prévisions réalisées dans le cadre des plans d'aménagement a été créé en 1981 pour fournir des informations sur la pertinence de la modélisation et des prévisions de trafic établies par Ministère pour chaque projet spécifique concernant une route principale. Il n'a pas été spécialement conçu pour examiner la question du trafic induit, ce qui limite la portée des analyses qui peuvent être faites sur la base de cet instrument."*

Quoi qu'il en soit, le système de suivi a produit une quantité considérable d'informations, en ce qui concerne à la fois les erreurs de prévision commises pour divers projets spécifiques (qui n'ont pas fait l'objet de publications) et les erreurs observées pour des ensembles de projets. SACTRA (1994) fournit des chiffres détaillés pour les 151 projets ainsi analysés. Le Tableau 1 résume les résultats globaux pour chaque catégorie de projet. Le Tableau 2 fournit des renseignements comparables pour les itinéraires alternatifs (appelés dans 85 cas "itinéraires délestés"), renseignements qui ont été communiqués de manière séparée par le Ministère des Transports et publiés dans Goodwin (1996).

Tableau 1. **Comparaison des prévisions et des flux de trafic observés sur 151 routes améliorées**

Type de projet	Trafic prévu (Véhicules/jour)	Trafic observé (Véhicules/jour)	Différence	Nombre de projets de ce type
Routes urbaines	244 603	258 520	+ 5.7 %	9
Routes de rase campagne	714 215	809 154	+ 13.3 %	61
Améliorations de carrefours	731 120	864 966	+ 18.3 %	27
Autoroutes	356 222	380 050	+ 6.7 %	11
Contournements	586 910	593 239	+ 1.1 %	43
Total	2 633 070	2 905 929	+ 10.4 %	151

Tableau 2. **Comparaison des prévisions et des flux de trafic observés sur 85 routes délestées**

Type de projet	Trafic prévu (Véhicules/jour)	Trafic observé (Véhicules/jour)	Différence	Nombre de projets de ce type
Routes urbaines	145 668	146 712	+ 0.7 %	5
Routes de rase campagne	130 956	156 661	+ 19.6 %	39
Améliorations de carrefours	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Autoroutes	155 367	177 298	+ 14.1 %	7
Contournements	251 620	315 027	+ 25.2 %	34
Total	683 611	795 698	+ 16.4 %	85

Deux caractéristiques particulièrement importantes peuvent être relevées :

Premièrement, on observe que les sous-estimations sont plus importantes pour les itinéraires alternatifs que pour les routes améliorées proprement dites. Les niveaux de trafic enregistrés sur 39 routes rurales qui avaient été délestées par des plans d'aménagement de routes principales, étaient de près de 20 pour cent supérieurs aux prévisions. Les routes que les contournements devaient délester ont accusé des niveaux de trafic de 25 pour cent supérieurs aux prévisions, même si les prévisions pour les contournements eux-mêmes étaient (en moyenne) raisonnablement bonnes[1]. Globalement, l'écart entre prévisions et résultats pour les routes améliorées était légèrement supérieur à 10 pour cent. En revanche, pour les routes délestées, il était de plus de 16 pour cent.

Deuxièmement, les résultats montrent un lien intéressant avec les travaux effectués par le *Centre for Economics and Business Research* (1994) précité, qui indiquaient qu'il y avait une élasticité des niveaux de trafic par rapport à la capacité routière de 0.11 (impact dit de la première année). Si tous les autres aspects des prévisions étaient corrects, en dehors de l'omission du trafic induit, et si tout le trafic induit se manifestait sur la route améliorée, on devrait donc s'attendre, pour un projet d'aménagement moyen, à des niveaux de trafic de 11 pour cent supérieurs aux prévisions.

Le Tableau 1 montre que le trafic non prévu pendant la première année dépassait les prévisions de 10.4 pour cent. Ce chiffre pourrait être interprété comme un niveau de trafic induit entièrement conforme aux prévisions. Si l'on ne prend que les projets d'aménagement pour lesquels nous disposons de

chiffres, tant en ce qui concerne les routes améliorées que les routes délestées, le trafic supplémentaire non prévu était d'environ 16 pour cent, soit un chiffre supérieur aux résultats du CEBR, étant donné qu'un trafic supplémentaire apparaît sur une grande partie du réseau. Mais dans les deux cas, les estimations chiffrant à 10-20 pour cent le trafic induit attendu semblent étayées par les comptages.

La grande faiblesse de cette analyse est d'être fondée sur l'hypothèse selon laquelle les prévisions étaient parfaites à tous égards, en dehors de l'omission du trafic induit, ce qui n'est en soi pas crédible. Le Ministère des Transports et SACTRA n'ont pas réussi à se mettre d'accord sur l'interprétation à donner aux résultats de cette analyse (cf. rapport SACTRA de 1994). Tout ce que nous pouvons dire c'est que, quelle qu'en soit la raison, il y avait plus de trafic que prévu et que celui-ci était plus important sur les routes délestées que sur les routes améliorées.

Analyses détaillées des flux de trafic pour certains plans d'aménagement

L'analyse précédente se fonde sur la comparaison des résultats réels avec les prévisions. Même si l'on ne dispose d'aucune prévision, ou que ces prévisions ne sont pas utilisées, il est toujours possible de se pencher sur la croissance du trafic sur les routes améliorées, sous réserve que les comptages incluent à la fois les routes améliorées et les autres routes dans le même corridor. L'hypothèse de trafic induit suggère que :

i. la croissance globale du trafic dans le corridor sera supérieure à celle de certains corridors appropriés de référence ou aux taux moyens de croissance ;
ii. cet écart se creusera au fil des ans ;
iii. la diminution du trafic sur les routes congestionnées, si tant est qu'il y en ait une, sera inférieure à l'accroissement du trafic sur les routes améliorées.

Les sections ci-après décrivent les résultats des études "avant et après" qui ont été fournis en guise de preuves à SACTRA, ainsi que d'autres tirés d'études portant sur la littérature existant en ce domaine.

Pour l'interprétation des chiffres obtenus, deux points importants doivent être soulignés : tout d'abord, dans le cas le plus simple, où il ne s'écoule qu'une période brève entre les comptages "avant" et "après", s'il n'y avait pas de trafic induit, on devrait s'attendre, sur les tronçons améliorés, à des accroissements de

trafic compensés par des réductions équivalentes de trafic sur les routes congestionnées. Deuxièmement, en cas de laps de temps plus long entre les comptages avant et après, on peut s'attendre à un certain taux de croissance du trafic pour d'autres raisons. Tout ajustement explicite à cet égard se fonderait sur un jugement quant à l'ampleur de la croissance du trafic à laquelle "on peut s'attendre pour d'autres raisons", ce qui équivaut en fait à préjuger l'ampleur du trafic que l'on peut attribuer au seul effet d'induction. Toutefois, si l'on considère le système routier dans son ensemble, la croissance du trafic se situe dans une fourchette de 2 à 5 pour cent par an.

a) Contournement de Barnstaple

Le contournement de Barnstaple (A39) a été mis en service en juillet 1989. Le Conseil du Comté de Devon a transmis des chiffres de trafic fournis par des postes de comptage établis sous forme de cordons le long de la rivière, à Barnstaple, qui marque la limite septentrionale de la North Devon Link Road (route de liaison du Nord du Devon). Le Tableau 3 reproduit les résultats de ces comptages.

Tableau 3. **Contournement A39T de Barnstaple (flux bidirectionnels, véhicules/jour)**

	1986	1988	1991	1992	Croissance prévue à l'horizon 1998 (fourchette)
A361 Braunton Road	13 700	15 200	16 200	16 100	-
Ancienne A39	26 100	28 200	31 000	30 000	(27 000 - 30 000)
Nouveau contournement	-	-	10 600	10 900	(3 700 - 9 900)
A39 + contournement	26 100	28 200	41 600	40 900	(30 700 - 39 900)

Dans ce cas, les flux que l'on a constatés juste après l'ouverture étaient déjà supérieurs aux flux prévus pour 1998, qui prenaient en compte la croissance générale prévue du trafic. On ne constate pas, en parallèle à l'augmentation du trafic sur le contournement, des réductions correspondantes du trafic sur l'A39, ce trafic étant resté relativement constant. Selon certaines

estimations locales, fondées sur l'expérience et les "dires", on constaterait de nouveaux déplacements sur la route et ceux-ci commenceraient déjà à influencer les schémas d'occupation des sols dans et autour de cette zone.

Le Ministère des Transports a ajusté les chiffres communiqués afin de tenir compte, dans une certaine mesure, de la croissance générale qui se serait produite en tout état de cause avec ou sans plan d'aménagement, et afin d'appliquer la correction PTRN, telle que décrite précédemment. La prise en compte de ces ajustements à leur valeur nominale, a pour conséquence de réduire, mais pas d'éliminer, les sous-estimations dans les prévisions. Sur les cinq cordons de comptage, celui accusant les trafics les plus faibles avait fait l'objet d'une surestimation (Bideford Bridge, + 15 pour cent) tandis que les quatre autres cordons avaient fait l'objet d'une sous-estimation, même après ajustement (Barnstaple Ouest - 1 ; River Taw - 8 pour cent ; Barnstaple Est - 28 pour cent; North Devon Link Road - 21 pour cent). Le Ministère des Transports a conclu ce qui suit :

> *"Sur la base des informations disponibles, nous ne pouvons pas dire si cette sous-estimation est due à une réaffectation impliquant des zones plus lointaines, des effets économiques locaux ou à un trafic induit. Toutefois, une sous-estimation résiduelle de cette amplitude n'est pas exceptionnelle quand on la compare au degré de variation des résultats des prévisions réalisées pour d'autres projets".*

b) Étude de Pells sur la littérature existante : résultats pour la M62, le contournement septentrional de York et le pont sur la Severn

- **M62**

Pells cite les résultats d'une étude effectuée par Judge (1983), dans laquelle le trafic généré (y compris redistribué) sur la M62 est calculé en comparant les flux réels avec ce qui aurait pu se produire sur la base de l'indice de trafic du Ministère des Transports pour le réseau routier rural. Cette étude faisait état d'un développement relativement lent du trafic induit, développement qui atteignait son maximum la cinquième année suivant l'ouverture, et qui devait représenter, selon les estimations, 18.8 pour cent de l'ensemble du trafic sur la M62. Ces résultats ont, à l'époque, fait l'objet de controverses et l'on ne peut être certain que la définition du trafic "généré" soit tout à fait conforme au trafic induit, tel que défini ici.

Selon le Ministère des Transports, le trafic supplémentaire serait dû à du trafic redistribué (en faible quantité) et à du trafic réaffecté sur une vaste zone, bien que dans ce cas, le cordon de comptage eût une longueur totale de quelque 60 kilomètres. Si tel est le cas, il faudra de toute évidence élaborer des études de suivi permettant de couvrir une très large zone.

- **Contournement septentrional de York**

Cette étude a été effectuée en 1988 sur la base d'interviews d'automobilistes. En moyenne, on a constaté que les conducteurs effectuaient 8 trajets de plus par trimestre après l'ouverture du contournement que ce n'était le cas avant. Le Tableau 4 montre la ventilation estimée des réponses selon les types de déplacement. On constate un pourcentage élevé de reprogrammation dans le temps des déplacements.

Tableau 4. **Résultats des interviews des automobilistes utilisant le contournement septentrional de York (1988)**

Catégorie de déplacement	Nombre de déplacements	Pourcentage
Réaffectation	348	89.9
Redistribution	22	5.7
Transfert modal	10	2.6
Reprogrammation dans le temps: total	115	29.7
anticipé	104	26.9
différé	11	2.8
Génération	46	11.9

Le Ministère des Transports souligne que le nombre de déplacements supplémentaires enregistrés devrait être traité avec prudence vu que l'enquête a pris en compte les conducteurs qui effectuent plus fréquemment des déplacements pour des raisons qui n'ont rien à voir avec l'ouverture du contournement, mais n'a pas permis de saisir ceux qui ont mis fin à leurs déplacements. Ceci est incontestable. En toute hypothèse, cette étude était un petit exercice-pilote, intéressant surtout en raison de la tentative (très rare dans les autres études dont nous faisons mention) d'établir pour les

déplacements une distinction entre les diverses sources de changement. L'importance de la réaffectation et de la reprogrammation dans le temps est évidente.

- **Pont sur la Severn**

Pells fait état d'une étude effectuée par Cleary et Thomas (1973), un an après l'ouverture du premier pont. On a estimé que 56 pour cent du trafic utilisant le pont était du trafic réaffecté et 44 pour cent du trafic "généré" qui, une fois de plus, pourrait ne pas avoir été défini de la même façon que "notre" trafic induit. Néanmoins, le résultat est frappant et celui-ci montre qu'une étude similaire (ou plus détaillée) des réponses en termes de comportement à l'ouverture du deuxième pont -- actuellement en construction -- serait très instructive.

c) Plans d'aménagement des routes principales de Londres
Études par le Greater London Council de six projets intéressant Londres

De nombreuses recherches en ce qui concerne l'existence éventuelle de trafic induit ont été menées dans un premier temps par le *Greater London Council* et poursuivies (après son démantèlement) par les mêmes auteurs à des titres divers. Les travaux ont été effectués par Purnell (1985), par Beardwood et Elliott (1986) et d'autres. Six projets ont fait l'objet de comptes rendus, à savoir la Westway, la M11, la M3/A316, la North Circular Road, les tunnels de Blackwall et leurs accès ainsi qu'un tronçon de la M25.

La méthode principalement utilisée dans ces analyses a consisté à effectuer des comptages du trafic empruntant, dans la mesure du possible, l'ensemble du corridor concerné par la route améliorée, tant avant qu'après l'amélioration, et pendant les années qui ont suivi. L'hypothèse de base est que si tout le trafic observé utilisant la route améliorée était dû aux changements d'itinéraire intéressant un volume déterminé de trafic, l'augmentation de trafic sur la liaison améliorée devrait être compensée par des réductions équivalentes des flux de trafic sur les itinéraires alternatifs du même corridor. On trouvera ci-après un résumé de ces études.

- **Westway (M40)**

Le Tableau 5 montre les flux enregistrés pendant 24 heures (1970) sur la Westway, comparativement au corridor de la Finchley Road, choisi comme élément de référence.

Tableau 5. **Westway (M40) : Flux de trafic, 1970 (véhicules par jour)**

	Avant (mai)	Après (septembre)	Différence
Westway	-	46 900	+ 46 900
Autres routes (1)	123 500	94 100	- 29 400
Total du corridor de la Westway	123 500	141 000	+ 17 500
Total du corridor de la Finchley Road	127 200	129 200	+ 2 000

(1) Notting Hill Gate, Moscow Road, Dawson Place, Westbourne Grove, Talbot Road, St. Stephens Gardens, Harrow Road.

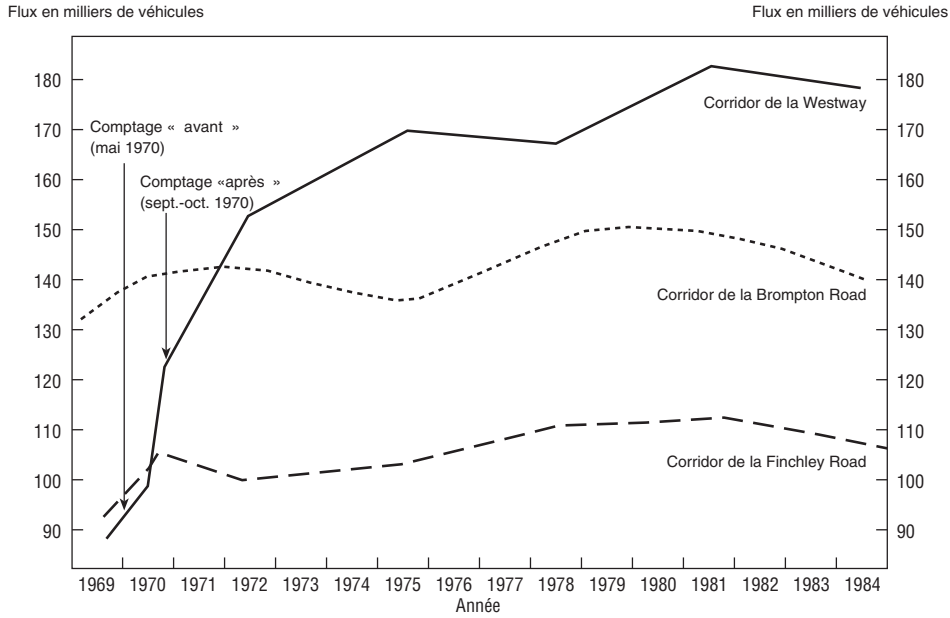
Les auteurs font remarquer que le trafic total sur la Westway est plus important que les réductions de trafic sur l'ensemble des itinéraires alternatifs et qu'en 5 mois, le trafic sur le corridor de la Westway a augmenté globalement de 14 pour cent, tandis que le trafic sur le corridor de la Finchley Road n'a augmenté que de 2 pour cent. Ils laissent entendre qu'une part importante des 17 500 véhicules supplémentaires enregistrés quotidiennement doit sans doute être comptée comme du trafic "généré" (dans notre terminologie "induit"). Il est précisé que le cordon de comptage peut ne pas être parfait et qu'une certaine réaffectation du trafic dans des zones plus éloignées (Nord de Harrow Road) a pu se produire. Toutefois, étant donné qu'il n'y a eu que de faibles changements sur la Harrow Road proprement dite (sur l'ensemble de la période couverte par l'analyse), les auteurs ne s'attendaient pas à des réaffectations supplémentaires significatives.

S'appuyant sur le même type d'analyse, ils constatent que l'écart entre les accroissements de trafic sur la nouvelle route et les réductions de trafic (plus faibles) sur les itinéraires alternatifs, est plus grand pour les flux de trafic entrant à la période de pointe, qui représentent 47.5 pour cent des flux sur la Westway.

Le Graphique 2 montre les résultats d'un exercice semblable mené pendant les 14 années qui ont suivi l'ouverture de la Westway, avec à titre de comparaison, les évolutions enregistrées sur les corridors de la Finchley Road et de la Old Brompton Road.

On peut constater que le trafic sur le corridor de la Westway a continué d'augmenter durant les 5 ans suivant la mise en service, alors que les niveaux de trafic sont beaucoup plus stables sur les autres corridors. D'après Elliott, qui s'est fondé sur des hypothèses, certes quelque peu arbitraires, en ce qui concerne le niveau de croissance "naturelle", près de 2/3 du trafic sur la Westway pourrait être considéré comme induit.

Graphique 2. **Croissance de trafic enregistrée sur les corridors de la Westway, de la Finchley Road et de la Old Brompton Road**



Source : Purnell (1985).

Le Ministère des Transports a demandé une autre évaluation de ces chiffres au consultant Howard Humphrey and Partners en vue d'établir des éléments de preuve dans la perspective d'une enquête publique menée en 1993 sur le projet d'amélioration de la rocade Nord A406 (Popes Lane -- Western Avenue). Les consultants ont constaté la sous-estimation par rapport au trafic prévu et ont suggéré que le trafic supplémentaire induit par la Westway pourrait être dû à une réaffectation s'étendant sur une zone plus vaste, à un transfert modal et à une possible redistribution des déplacements, tout en observant la difficulté

qu'il y avait à évaluer les effets réels en raison de la longueur du cordon de comptage et des travaux de construction qui avaient affecté les comptages "avant".

- **M11 près de Epping**

Des comptages du trafic empruntant le corridor de la M11 entre Londres et, dès l'achèvement de la M11, Cambridge ont été effectués à intervalles de trois ans. Le Tableau 6 fait la synthèse des résultats de ces comptages effectués à la frontière de l'aire couverte par le GLC.

Tableau 6. **Comptage du trafic (corridor M11) durant une période de 24 heures (flux bidirectionnels, véhicules/jour)**

	1974	1977	1980	1983	Évolution 1974/1983
M11	0	22 987	34 682	53 104	+ 53 104
Autres routes (1)	100 556	83 327	93 288	85 253	- 15 303
Total corridor	100 556	106 314	127 970	138 357	+ 37 801

(1) A104, A121, Loughton Way, A113, Lambourne Road, A1112.

Les auteurs laissent entendre ici que sur une période de 9 ans, 29 pour cent des flux observés sur la M11 pourraient être dus à une réaffectation (c'est-à-dire 15 303 véhicules sur un total de 53 104), le solde étant imputable à la fois au trafic induit et à la croissance générale du trafic. Par ailleurs, la route témoin choisie, soit le corridor A23 Londres-Brighton, accusait une croissance de trafic de 29 pour cent, alors que, durant le même laps de temps, le corridor M11 enregistrait une croissance de 38 pour cent. Pour les flux entrant en période de pointe, le corridor M11 accusait des augmentations de 56 pour cent, tandis que le corridor A23 enregistrait une hausse de 33 pour cent. Globalement, la M11 a vu son trafic augmenter de 130 pour cent pendant les 6 années ayant suivi son ouverture. Les auteurs estiment qu'une part importante de ce trafic est induite. Des indicateurs supplémentaires, relatifs aux déplacements par chemin de fer, auraient en outre révélé un accroissement possible du trafic routier au détriment du rail.

Sur la base de l'évaluation effectuée par Howard Humphrey and Partners, le Ministère des Transports fit le commentaire suivant :

"La croissance enregistrée sur la M11 est considérée comme révélatrice d'une réaffectation sur une vaste zone et d'un transfert modal plutôt que d'une génération de déplacements."

- **A 316 près de Sunbury**

L'A316 n'est pas une route tout à fait nouvelle puisqu'elle résulte de la transformation d'une route à deux fois deux voies en une route à deux fois trois voies peu après que la M3 reliant Camberly à Sunbury fut ouverte en 1975/1976. Des comptages ont été effectués à l'entrée de la zone couverte par le GLC. Le Tableau 7 présente la synthèse des résultats. Le flux de trafic sur l'ensemble du corridor a augmenté de 84 pour cent, tandis que sur le corridor de référence choisi (M4/A4), le trafic s'est accru, pendant la même période, de 66 pour cent. En ce qui concerne les flux entrants aux heures de pointe uniquement, le trafic sur le corridor A316 a augmenté de 107 pour cent, mais de 41 pour cent seulement sur le corridor de référence M4. L'A316 a enregistré une croissance de 160 pour cent entre la période précédant immédiatement l'ouverture de la M3 (1974), et 1983.

Tableau 7. **Comptage du trafic (corridor A316) durant une période de 24 heures (flux bidirectionnels, véhicules/jour)**

	1971	1974	1977	1980	1983	Évolution 1971/1983
A316	17 384	21 312	44 005	52 394	55 229	+ 37 845
Autres routes (1)	35 472	38 743	42 780	41 923	42 184	+ 6 712
Total corridor	52 856	60 055	86 785	94 317	97 413	+ 44 557

(1) Staines Road East, Vicarage Road, Chertsey Road.

- **Tunnels de Blackwall et itinéraires d'accès**

Cette étude, qui concernait le dédoublement des tunnels de Blackwall en 1968/1969 et l'amélioration des itinéraires d'accès de part et d'autre de la Tamise, fut réalisée sur la base de relevés effectués le long de la Tamise et à

divers cordons de comptage, ainsi que d'interviews des usagers. Le Tableau 8 montre les changements à court terme (1968 à 1969) et le Tableau 9 les changements à plus long terme (1962 à 1982).

Tableau 8. **Comptage du trafic (cordon de comptage de la Tamise inférieure) durant une période de 12 heures (flux bidirectionnels, véhicules/jour)**

	Avant (1968)	Après (1969)	Évolution 1968/1969
Tunnels de Blackwall	22 741	32 194	+ 9 453
Autres ponts /tunnels(1)	50 422	51 751	+ 1 329
Total cordon	73 163	83 945	+ 10 782

(1) Tower Bridge, Rotherhithe Tunnel, Dartford Tunnel.

Tableau 9. **Comptage du trafic (cordon de comptage de la Tamise inférieure) durant une période de 24 heures (flux bidirectionnels, véhicules/jour)**

	1962	1972	1982	Évolution 1962/1982
Tunnels de Blackwall	21 000	51 000	72 000	+ 51 000
Autres ponts /tunnels(1)	45 000	82 000	95 000	+ 50 000
Total cordon	66 000	133 000	167 000	+ 101 000

(1) Tower Bridge, Rotherhythe Tunnel, Dartford Tunnel (+ 41 000 véhicules sur un total de + 50 000).

De 1962 à 1982, on a enregistré une croissance globale de 153 pour cent du trafic traversant le cordon de comptage ou de 91 pour cent si l'on exclut le tunnel de Dartford, qui n'est pris en compte qu'à partir de 1972. Un cordon de comptage de référence, composé de 5 ponts de Richmond à Hammersmith, a accusé pour sa part une croissance de 64 pour cent pendant la même période. Les flux de pointe du matin (bidirectionnels) ont enregistré une croissance

de 106 pour cent/50 pour cent (avec et sans prise en compte de Dartford dans le cordon de comptage étudié) et une croissance de 8 pour cent sur le cordon de comptage Richmond-Hammersmith.

Le Ministère des Transports a fait remarquer que le cordon de comptage était très limité et excluait les ponts de Londres Southwark, Blackfriars et Waterloo, qui tous desservent le corridor A2. Cette remarque serait très pertinente si ces autres ponts accusaient des réductions de trafic pendant cette période.

Commentaire du Ministère :

"La croissance enregistrée pourrait éventuellement traduire une redistribution des déplacements et une reprogrammation horaire de ceux-ci, ce qui s'inscrirait dans la logique des recommandations du Ministère relatives aux traversées d'estuaire ..."

- **M25 (cordon de comptage de la rivière Lea)**

Le Tableau 10 reproduit les données collectées par le *Greater London Council* et le *Hartfordshire County Council* sur les routes Nord et Sud de la M25 au poste de comptage de la rivière Lea.

Tableau 10. **Comptage du trafic (M25/cordon de comptage de la Lea) durant une période de 12 heures (flux bidirectionnels, véhicules/jour)**

	Avant (novembre 1983)	Après (février-mars 1984)	Évolution 1983/1984
M25 (A10-A121)		40 487	+ 40 487
Autres routes (1)	199 576	176 476	- 23 100
Total corridor	199 576	216 963	+ 17 387

(1) A414, B181, Essex Road, B194, A121, A110, A406, A503, A102.

Pendant la période très courte prise en considération, les auteurs font remarquer que les réductions de trafic sur les itinéraires alternatifs équivalaient à 57 pour cent des flux observés sur la M25. Si l'on émet l'hypothèse que ce pourcentage représente le trafic réaffecté, le reste pourrait être assimilé à du trafic induit.

Le Ministère des Transports a suggéré ce qui suit :

"Ce tronçon de la M25 a créé une autoroute ininterrompue, de la A1(M) au tunnel de Dartford, offrant de larges possibilités de réaffectation sur une vaste zone, comme l'a reconnu Pells. Il offrirait des possibilités identiques du point de vue de la redistribution des déplacements."

Cette observation soulève une question de principe importante concernant le choix entre "évaluation et suivi de projet" ou "évaluation et suivi stratégique". Il semblerait que dans ce cas (vu que d'autres projets avaient déjà été réalisés), ce soit ce seul projet d'aménagement qui ait libéré le potentiel accumulé dans le cadre d'autres projets antérieurs. Il serait erroné, semble-t-il, d'attribuer l'ensemble des effets au dernier projet de la série. Ceci souligne l'importance vitale que le Comité SACTRA attache à l'évaluation stratégique des corridors ou des régions dans leur ensemble.

Discussion

Dans le cadre de l'examen de résultats précédents et de leur interprétation, en tant que preuve de l'existence de trafic induit, cinq sortes de critiques distinctes ont été examinées par SACTRA.

Premièrement, il est extrêmement difficile d'être sûr que les observations recueillies sur un cordon ou périmètre de comptage soient absolument complètes (à cause des raccourcis) et que la zone couverte soit suffisamment vaste. Ceci est dû au fait qu'il n'y a pas de limite, en principe, bien qu'il y en ait une en pratique, à la distance à laquelle peut se produire une réaffectation d'une faible part du trafic. Aussi y a-t-il toujours quelque probabilité qu'une part du trafic soit passée à travers les mailles du comptage. Aucune évaluation rétrospective de l'ampleur de cette source potentielle d'erreur n'a été effectuée. Il se peut que d'autres routes, non incluses dans le champ couvert par les études de trafic, aient connu une réduction du niveau de leur trafic.

Deuxièmement, il faut tenir compte du rôle des corridors témoins et des cordons de comptage de référence. En principe, ceux-ci devraient être très semblables à la route améliorée à tous points de vue, sauf qu'ils ne bénéficient d'aucune amélioration. En pratique, ceci est pratiquement impossible à réaliser. Dans les études précédemment mentionnées, par exemple, le corridor de référence M4/A4 est en principe très semblable à l'A316, or, les traversées de la Tamise inférieure et de la Tamise supérieure sont sujettes à des conditions routières et géographiques très différentes.

Troisièmement, comme on l'a dit ci-dessus, on se trouve dans une impasse en ce qui concerne la période couverte par l'étude. Sur une période très courte, on peut éliminer le problème posé par la croissance globale du trafic mais le temps n'est pas suffisant pour que toute la palette des réponses comportementales puisse s'exprimer. Sur une période plus longue, et en dépit d'une palette de réponses plus complète, il n'est pas possible d'établir avec certitude une distinction entre "croissance liée au trafic induit" et "croissance due à d'autres facteurs", beaucoup de choses ayant changé dans l'intervalle.

Quatrièmement, au mieux, les analyses précédentes indiquent qu'un trafic induit peut exister. Elles ne permettent pas de bien cerner l'importance relative des divers composants, notamment le rôle respectif joué par les modifications du taux de déplacement, la redistribution, le transfert modal, le décalage horaire et la réaffectation. De même, comme pour les comptages du Ministère des Transports examinés précédemment, elles ne sont pas en mesure d'établir une distinction entre le trafic induit et le trafic réaffecté à une très longue distance.

Cinquièmement, les zones urbaines en général (et Londres en particulier) peuvent ne pas être très significatives pour les projets d'aménagement interurbains.

Néanmoins, il semble qu'il y ait, dans les études évoquées précédemment, trois éléments récurrents qui doivent être pris en considération sérieusement en tant que preuves de l'existence du trafic induit : forte croissance "inexpliquée" dans la plupart des cas, croissance du trafic supérieure à la moyenne dans les corridors ayant bénéficié d'améliorations et croissance supérieure en période de pointe sur les routes améliorées. On trouvera une analyse de ces éléments ci-dessous.

-- *Croissance inexpliquée* : les augmentations de trafic sur les routes ayant bénéficié d'améliorations sont sensiblement supérieures aux réductions de trafic (si tant est qu'il y en ait) sur les itinéraires

alternatifs. Si l'on examine les trois études où il n'y avait qu'un court intervalle entre les comptages "avant" et "après" (Westway, tunnels de Blackwall et M25 (A10-A121), l'accroissement net du trafic dans le corridor, considéré dans son ensemble, représente entre 9 à 14 pour cent du flux mesuré "avant" dans le corridor et entre 33 pour cent et 37 pour cent du flux mesuré "après" sur le nouveau tronçon. Ce résultat ne peut être expliqué par la croissance générale du trafic et il n'y a aucun élément permettant de croire que les erreurs de comptage puissent atteindre une telle ampleur.

-- *Croissance globale supérieure* : les accroissements de trafic dans les corridors considérés globalement ont été supérieurs à la fois à la croissance du trafic en général et à la croissance dans les corridors de référence. Si l'on prend en considération trois séries de résultats fondés sur des comptages s'étendant sur de plus longues périodes, la croissance qui a suivi l'augmentation immédiate consécutive à l'ouverture du tronçon amélioré a été de 93 pour cent en 14 ans pour la Westway, de 131 pour cent en 6 ans pour la M11 et de 178 pour cent en 9 ans pour la A316. Une telle croissance ne s'explique guère par des tendances liées à l'augmentation générale des revenus, ce qui ne fait que renforcer le débat sur la croissance différentielle.

-- *Croissance plus importante en période de pointe* : les taux de croissance sur les tronçons améliorés ont été remarquablement élevés aux périodes de pointe, ce qui n'est pas caractéristique de la croissance du trafic en général. Ceci suggère que lorsqu'une capacité supplémentaire est offerte, on assiste à un renversement de l'étalement de la pointe, c'est-à-dire à un moindre étalement, qui s'explique par un effet de suppression lié à la congestion et un trafic induit, conséquence d'un décongestionnement.

d) Route de délestage de Rochester Way (RDRW)

Une étude de la route de délestage de Rochester Way a été effectuée par Youness et Crow de l'Imperial College de Londres, avec l'aide de la Fédération Routière Britannique (*British Road Federation*) et du *Rees Jeffreys Road Fund*. Un rapport concernant cette étude a été soumis à SACTRA par diverses institutions. Celles-ci attiraient tout spécialement son attention sur les conclusions de l'auteur :

"Il n'y a pas la moindre preuve indiquant que la route a induit ou généré une bonne part du trafic supplémentaire dans le corridor... l'augmentation du trafic n'a pas été supérieure à ce à quoi on aurait pu s'attendre si la route n'avait pas été construite (environ 2 pour cent par an)".

Les Tableaux 11, 12 et 13 montrent les comptages de trafic sur trois cordons de comptage, situés respectivement aux limites occidentale et orientale du corridor de délestage de Rochester Way ainsi que de manière à enregistrer les mouvements transversaux (c'est-à-dire Nord/Sud) dans le corridor.

Tableau 11. **Comptage du trafic (cordon de comptage occidental, route de délestage de Rochester Way A2) durant une période de 18 heures (flux bidirectionnels, véhicules particuliers/jour)**

	1978	1990	Évolution 1978/1990
RDRW (Ouest)	-	68 400	+ 68 400
Autres routes (1)	87 200	41 739	- 45 461
Total	87 200	110 139	+ 22 939

(1) Shooters Hill Road, Corelli Road, Woolacombe Road, Rochester Way, Dover Patrol Slip Road, Kidbrooke Park Road

Source : Youness (1990), Tableau 3.1.

Tableau 12. **Comptage du trafic (cordon de comptage oriental, route de délestage de Rochester Way A2) durant une période de 18 heures (flux bidirectionnels, véhicules particuliers/jour)**

	1978	1990	Évolution
RDRW (Est)	-	60 400	+ 60 400
Autres routes (1)	144 300	118 000	- 26 300
Total	144 300	178 400	+ 34 100

(1) Shooters Hill Road, Rochester Way, Bexley Road, Footscray Road, Sidcup Road

Source: Youness (1990), Tableau 3.2.

Dans les deux tableaux ci-dessus, on observe une importante réduction du trafic sur les autres routes couvertes par les cordons de comptage, représentant environ la moitié de l'augmentation mesurée sur la route de délestage (ces résultats sont semblables à ceux de Purnell, Beardwood et Elliott mentionnés précédemment, encore que les auteurs ne tirent pas les mêmes conclusions). Le Tableau 13 présente le trafic Nord-Sud empruntant la route de délestage. L'augmentation des mouvements constatée est importante : + 30 pour cent.

Tableau 13. **Comptage du trafic sur les routes traversant la route de délestage de Rochester Way A2, durant une période de 18 heures (flux bidirectionnels, véhicules/jour)**

	1978	1990	Évolution
Routes transversales (1)	77 700	100 700	+ 23 000

(1) Kidbrooke Park Road, Westhorne Avenue, Well Hall Road, Westmount Road, Glenesk Road (la seule qui enregistre une baisse du trafic), Reifield Road

Source: Youness (1990), Tableau 3.3.

Discussion

La méthodologie de base de cette étude était semblable à celle des études du GLC examinées précédemment, et appellent donc les mêmes mises en garde et précautions. Toutefois, la discussion de ce rapport a révélé également un autre élément important en matière d'interprétation, à savoir le contexte politique dans lequel le projet d'aménagement a été conçu et mis en oeuvre. Les auteurs eux-mêmes émettent en effet une réserve importante :

> *"Les forces supprimant la croissance dans les mouvements radiaux, telles que la congestion au centre de Londres et le contrôle du stationnement, sont restées inchangées et n'ont pas été affectées par la nouvelle route".*

Ce projet d'aménagement routier avait ceci de particulier que la capacité radiale nouvellement créée ne pouvait pas être empruntée par un trafic sensiblement accru, en raison de contraintes "en aval". La création de carrefours à niveaux séparés et la reprogrammation des feux de circulation, opérées dans le cadre de la politique locale ont généré une capacité réelle supplémentaire pour les mouvements transversaux. Lorsqu'on essaye de savoir s'il y a eu trafic

induit, il faut donc se pencher à la fois sur les mouvements radiaux et transversaux. Il semble que l'on ait assisté effectivement à un accroissement des mouvements transversaux, allant bien au-delà de ce qui avait été pris en compte au titre des réaffectations.

Ceci implique, semble-t-il, que si d'autres facteurs, qu'il s'agisse de contraintes politiques ou physiques, empêchent la croissance du trafic, il pourrait n'y avoir que peu de trafic induit, auquel cas les augmentations de vitesse envisagées pourraient être réalisées sur le tronçon amélioré, si ce n'est ailleurs. Il s'agit là d'un élément important en ce qui concerne, non seulement les prévisions, mais aussi les hypothèses politiques sur lesquelles se fondent les prévisions. Si du trafic induit est prévu, mais qu'il est empêché par des mesures politiques délibérées ou par des restrictions de capacité ailleurs sur le réseau, il est évident que la zone géographique sur laquelle doit porter la prévision doit être sensiblement plus vaste que celle couverte par le projet proprement dit. Comme le dit l'un des auteurs, les projets actuels en vue d'une nouvelle amélioration du carrefour de Blackwall (une des contraintes de capacité) "pourraient faire apparaître un élément de trafic supprimé" qui n'était pas apparent antérieurement.

Dans l'ensemble, la structure des changements mise en évidence par la présente étude est semblable à celle décrite dans les travaux du GLC. Cette étude est souvent considérée comme l'une des preuves les plus convaincantes de l'inexistence d'effets importants de trafic induit, et c'est ainsi qu'on la présente le plus souvent. Or, les Tableaux 11 à 13 présentés précédemment ne semblent pas étayer une telle interprétation.

A la suite de l'analyse de ces résultats, SACTRA a demandé à l'un des auteurs de l'étude, M. Geoffrey Crow, d'actualiser ses travaux. Ses conclusions sont particulièrement importantes :

> *"Cette étude des changements des flux de trafic intervenus à la suite de l'ouverture de la route de délestage de Rochester Way, qui a pris en compte de nouvelles données pour la période postérieure à 1990, a montré qu'il pourrait peut être y avoir, tout compte fait, la preuve de l'existence d'un certain trafic induit...*
>
> *Il est clair, à la lecture de ces chiffres, qu'il n'y a pas eu d'augmentation substantielle des flux de trafic dans le corridor à la suite de la construction de la RDRW. C'est le cas en particulier des flux de trafic en période de pointe. Ceci n'a rien de surprenant dans la mesure où la route de délestage*

a été expressément conçue pour une capacité limitée. Elle devait être suffisante pour absorber l'ensemble du trafic détourné sur cette route en provenance d'autres itinéraires au moment même de l'ouverture, mais ne permettait pas d'envisager une quelconque croissance du trafic ultérieurement. En conséquence, la majeure partie de la croissance en période de pointe s'est produite sur d'autres routes du corridor (au détriment de l'environnement local). Si les autorités locales avaient été en mesure d'adopter des mesures plus efficaces pour limiter la croissance du trafic sur ces autres routes, il ne fait pas de doute que la croissance globale aurait même été plus faible.

Une croissance significative du trafic, résultant d'un effet de génération ou d'induction, aurait donc pu se produire en dehors des périodes de pointe. S'il n'en a rien été, c'est très probablement du fait d'autres contraintes de capacité sur les routes en amont, à la limite occidentale du corridor."

Telles sont les analyses des comptages de trafic effectués par le *Greater London Council* dans le cadre de cinq projets d'aménagement routiers à Londres et par l'Imperial College London, avec l'appui de la British Road Federation, dans le cadre d'un autre projet d'aménagement. Toutes ces études partagent des traits communs, notamment le fait que les augmentations de trafic sur les tronçons présentant des capacités supplémentaires ont été supérieures aux réductions de trafic (si tant est qu'il y en ait eu) sur les autres routes qu'on espérait délester. Bien qu'il ne soit pas possible de quantifier avec certitude les contributions respectives des diverses réponses comportementales, les analyses n'ont pas permis de constater une réduction du trafic sur les autres routes représentant plus de la moitié environ de l'augmentation de trafic sur la route ayant fait l'objet d'améliorations. En outre, il y a de fortes preuves que ce soit opéré un glissement du trafic vers la période de pointe par suite d'un moindre étalement. Ces résultats sont conformes aux attentes selon lesquelles dans les zones urbaines, caractérisées par de multiples destinations, modes de transport et activités, le trafic induit peut être une conséquence importante des projets d'aménagement routiers majeurs. Toutefois, l'ampleur de ce trafic induit sera influencée par la disponibilité de capacité sur les rocades et routes en aval et par l'efficacité de toute politique visant à réduire la circulation.

Plans d'aménagement dans la zone du Grand Manchester

La *Greater Manchester Transportation Unit* a fait part d'un certain nombre d'expériences tirées de son programme de suivi. Deux expériences en particulier sont analysées ici, le contournement de Leigh (A579) et la M66.

- **Contournement de Leigh (A579)**

Le Tableau 14 montre les résultats des comptages de trafic effectués avant et après l'ouverture du contournement de Leigh (Atherley Way). En l'occurrence, la diminution du trafic sur la route contournée, passant par le centre de Leigh, a été inférieure au trafic empruntant le nouveau contournement (c'est-à-dire que le volume global de trafic au cordon de comptage a augmenté avec la réalisation de ce projet d'aménagement routier). Le trafic utilisant le tronçon de l'ancienne route jusqu'à l'entrée de la voie du contournement a augmenté de 37 pour cent.

Tableau 14. **Comptage du trafic sur le contournement de Leigh (A579), entre 7 heures 30 et 18 heures (véhicules particuliers/jour)**

	Avant (novembre 1985)	Après (novembre 1986)	Évolution 1985/1986
Contournement de Leigh (1)		4 320	+ 4 320
Tronçons "contournés" (1)	8 465	5 880	- 2 585
Total cordon	8 465	10 200	+ 1 735

(1) Moyenne des comptages effectués sur deux tronçons (St Helens Road/Atherleigh Way à Kirkhall Lane et Lovers Lane) appartenant à l'ancien et au nouvel itinéraire.

Source: Castle and Lawrence (1987), Tableau 2.

Selon le Ministère des Transports, il manquait dans cette étude les données concernant les routes parallèles A578 et A573 (situées respectivement à 5 et 1 kilomètres à l'Ouest). L'une de ses conclusions était la suivante :

"L'examen des données a permis de constater que les principales augmentations de trafic enregistrées après l'ouverture se sont produites dans les 6 premiers mois, ce qui correspond davantage à un phénomène de réaffectation qu'à toute autre forme de trafic induit".

Cette suggestion (bien que fondée sur une hypothèse non étayée concernant les échelles temporelles des effets) est néanmoins importante, étant donné qu'elle implique que les comptages effectués peu après la réalisation d'un projet d'aménagement seraient peu susceptibles de révéler un trafic induit, même important.

- **Rocade de Manchester (M66)**

Des comptages distincts ont été effectués pour les mouvements Est-Ouest et Nord-Sud avant et après l'ouverture de la rocade de Manchester (M66) reliant la M63 (Portwood) à la M67 (Denton). Les Tableaux 15 et 16 rendent compte des résultats obtenus.

Tableau 15. **Comptage du trafic passant par le cordon de comptage Est-Ouest, rocade de Manchester (M66) durant une période de 12 heures (flux bidirectionnels, véhicules particuliers/jour)**

	Avant (1988)	Après (1989)	Évolution 1988/1989
M66		30 750	+ 30 750
Autres routes (1)	64 426	48 671	- 15 755
Total cordon	64 426	79 421	+ 14 995

(1) B6167, Windmill Lane, A6017, A560, Werneth Low Road
Source: Pizzigallo & Mayoh (1989), Tableau 2.

Tableau 16. **Comptage du trafic sur les routes traversant la route de délestage de Manchester (M66), durant une période de 12 heures (flux bidirectionnels, véhicules particuliers/jour)**

	Avant (1988)	Après (1989)	Évolution 1988/1989
M66 (bretelles d'accès)		15 661	+ 15 661
Autres routes (1)	134 767	139 001	+ 4 234
Total	134 767	154 662	+ 19 895

(1) A635, B6390, M67, A57, Windmill Lane, Lingard Lane, A560, A626
Source : Pizzigallo & Mayoh (1989), Tableau 1.

Ces tableaux montrent une augmentation de ± 23 pour cent des flux de trafic globaux dans le corridor de la nouvelle rocade, une réduction du trafic sur les itinéraires alternatifs égale à près de la moitié du trafic sur le nouveau tronçon et une augmentation des mouvements transversaux. Il y a là une similarité remarquable avec la route de délestage de Rochester à Londres. Le Comité SACTRA a constaté que dans les deux cas, le trafic supplémentaire pouvait correspondre soit à du trafic induit, soit à du trafic réaffecté mais sur une zone très vaste. Il n'est pas aisé d'établir une distinction entre ces effets sans disposer de données se rapportant à une zone suffisamment vaste et présentant un niveau de détail adéquat.

Le Ministère des Transports a fait observer que les cordons de comptage excluaient les itinéraires Nord-Sud A6 et A34 sur lesquels était enregistrée une importante réduction des flux de trafic en période de pointe, et a suggéré que si ces itinéraires étaient pris en compte, pratiquement tout le trafic sur la M66 se révélerait être du trafic réaffecté.

L'analyse d'une route de délestage radiale et d'une rocade dans la zone de Manchester a, dans l'ensemble, fait apparaître les mêmes schémas que les études de Londres, à savoir que les réductions de flux sur les routes décongestionnées étaient inférieures aux augmentations de flux sur les routes améliorées, que du trafic supplémentaire pouvait apparaître dans les mouvements transversaux, en plus de celui observé sur le corridor amélioré proprement dit, et qu'il y avait un effet marqué sur le moment de la journée où ces déplacements ont lieu.

Autoroute périphérique d'Amsterdam

Le Zeeburger Tunnel qui marquait l'achèvement de l'autoroute périphérique d'Amsterdam, a été ouvert en septembre 1990. Le *Hague Consulting Group* a réalisé, pour le compte du Ministère néerlandais des routes, une étude fondée sur des comptages de trafic et des enquêtes par téléphone effectués pendant une période de cinq mois avant et deux mois après l'ouverture du tunnel. Le Tableau 17 présente les résultats des comptages de trafic, qui font par ailleurs l'objet de commentaires plus détaillés dans Kroes *et al*. (1996).

Tableau 17. **Comptage du trafic traversant le canal de la Mer du Nord à Amsterdam durant une période de 24 heures (véhicules/jour)**

	Avant (avril 1990)	Après (novembre 1990)	Évolution avril/novembre
Zeeburger Tunnel	-	57 700	+ 57 700
Autres itinéraires	294 200	259 600	- 34 600
Total traversées	294 200	317 300	+ 23 100

Les auteurs ont procédé à un ajustement des résultats afin de tenir compte des effets saisonniers et de la "croissance autonome" du trafic, représentant une moyenne de 3.5 pour cent pendant cette période, ce qui ramène l'augmentation globale du trafic attribuée au tunnel de 8 pour cent à 4.5 pour cent, exprimée en pourcentage des flux totaux, ou de 40 pour cent à 22.7 pour cent exprimée en pourcentage des flux utilisant le tunnel proprement dit. Les chiffres ainsi ajustés semblent indiquer qu'il y aurait eu une réduction du trafic de quelque 45 000 véhicules sur les autres itinéraires comparativement à l'augmentation de 57 700 véhicules empruntant le tunnel. Abstraction faite de cet ajustement au titre de la croissance autonome, la réduction de trafic observée sur les autres itinéraires n'a été en réalité que de 34 600 véhicules.

Les chiffres ci-dessus ont trait à des flux de trafic mesurés pendant 24 heures. L'étude a inclus également une enquête par téléphone auprès des automobilistes, effectuée pendant une période de 5 mois avant et de deux mois après l'ouverture du tunnel. Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

- 30 pour cent des automobilistes ont déclaré avoir modifié leur heure de départ de façon significative, ce qui se traduit par une augmentation de 16 pour cent des déplacements programmés pendant la pointe du matin ;
- 25 pour cent des automobilistes ont changé d'itinéraire ;
- 1 à 3 pour cent seulement des automobilistes ont changé de mode de transport, en raison principalement d'une diminution -- faible -- du covoiturage ;
- l'augmentation du trafic traversant le canal n'a été que légèrement supérieure à celle du pays dans son ensemble. Les auteurs en ont conclu que l'étude n'a apporté aucune preuve d'une croissance significative liée à du trafic induit sur une période de 24 heures.

Étant donné que l'étude effectuée *a posteriori* ne portait que sur une période de deux mois suivant l'ouverture, il est évident que l'on ne pouvait observer des changements substantiels de comportement, si tant est qu'il y en ait. Commentaire des auteurs : "D'autres effets sont attendus à plus long terme et le suivi se poursuit". Il est révélateur que l'on ait assisté à un important décalage horaire des déplacements, juste après l'ouverture. En fait, cette reprogrammation temporelle semble avoir été une conséquence plus importante que le changement d'itinéraire. L'étude effectuée à Amsterdam a révélé, comme les études britanniques, qu'à l'accroissement des flux de trafic sur la liaison améliorée ne correspondait pas nécessairement une réduction équivalente du trafic sur les autres itinéraires. Une étude à très court terme a en outre montré que la première réaction après la réaffectation a été la reprogrammation horaire des déplacements.

Résumé des résultats des comptages de trafic

Un bref résumé des résultats, portant sur les plans d'aménagement britanniques, figure au Tableau 18.

De ce tableau il ressort que le trafic induit doit être largement dépendant du contexte, de la taille et du site du projet d'aménagement, mais des calculs théoriques fondés sur les études de la littérature existant en ce domaine indiquent une valeur moyenne de l'élasticité du volume de trafic par rapport au temps de déplacement, d'environ - 0.5 à court terme et pouvant aller jusqu'à - 1.0 à long terme. Ceci est conforme aux anticipations selon lesquelles une amélioration d'importance moyenne des infrastructures routières, pour laquelle la croissance du trafic, imputable à tous les autres facteurs, est prévue correctement, entraînera une augmentation additionnelle du trafic de base de 10 pour cent à court terme et de 20 pour cent à long terme.

Tableau 18. **Résumé des études portant sur des projets d'aménagement spécifiques**

Projet	Période d'évaluation	Résultat
Contournement de Barnstaple	3 ans	Flux corridor : + 48 %. Après "correction NRTF", trafic supplémentaire : + 39 % sur certaines liaisons, + 20 % globalement.
M62	5 ans	Flux : + 19%, après correction indice routes rurales
Contournement septentrional de York	échelle incertaine	Redistribution, transfert modal et nouveaux déplacements : 20% des automobilistes interrogés
Pont sur la Severn	1 an	Selon les auteurs, 44% de trafic induit
Londres :		
Westway	4 mois	Corridor : + 14%, corridor de référence : + 2%
M11	10 ans	Selon les auteurs, 40 à 50% de trafic induit
A316	9 ans	Corridor : + 38% (+ 56% lors des pointes), corridor de référence : + 29% (+ 33% lors des pointes)
Blackwall	12 ans	Corridor : + 84% (+ 107% lors des pointes), corridor de référence : + 66% (+ 41% lors des pointes)
	1 an	Cordon de comptage :+ 15%
M25/Lea	20 ans	Cordon de comptage : + 91% (+ 50% lors des pointes), corridor de référence : + 64% (+ 8% lors des pointes)
	4 mois	Corridor : + 9%
Rochester Way	2 ans	Corridor Ouest : + 26%, Est : + 24%, flux transversaux : + 30%
Contournement de Leigh	1 an	Cordon de comptage :+ 20%
Rocade de Manchester	1 an	Est-Ouest : + 23%, Nord-Sud : + 15%

L'analyse de l'importance des erreurs dans les prévisions du trafic sur les routes améliorées et l'observation de la croissance du trafic sur ces routes, bien que, toutes deux sujettes à caution, donnent néanmoins des résultats d'un ordre de grandeur similaire. Il s'agit de chiffres moyens et, comme c'est le cas pour toute moyenne, ils sont sujets à des variations sensibles pour chaque valeur

spécifique -- une amplitude allant de 0 au double de la valeur moyenne n'étant incompatible avec aucun des résultats directs ou indirects. On peut tirer cinq conclusions importantes.

Croissance imprévue à court terme

Pour 151 projets d'aménagement du Ministère des Transports, les flux de trafic étaient, en moyenne, de 10.4 pour cent supérieurs aux prévisions un an après l'ouverture à la circulation de l'infrastructure concernée et, pour 85 de ceux-ci, les flux observés sur les itinéraires alternatifs étaient, en moyenne, de 16.4 pour cent supérieurs aux prévisions. Si l'on prend les 7 études où il n'y avait qu'un bref intervalle entre les comptages effectués "avant" et "après" (Westway, Tunnels de Blackwall, M25 (A10-A121), York, Severn, Lea, M66), l'accroissement net mesuré du trafic dans le corridor, considéré globalement, était compris entre 9 et 44 pour cent du total antérieur à la réalisation de la nouvelle infrastructure, avec une moyenne non pondérée de 20 pour cent (il est probable que les projets qui ont fait l'objet d'une étude aussi poussée, ont été choisis et mentionnés parce qu'ils suscitaient de graves préoccupations concernant le trafic induit).

Croissance globale à long terme plus forte que prévue

Les augmentations de trafic dans les corridors, considérés globalement, ont été supérieures tant à la croissance du trafic en général, qu'à la croissance dans les corridors de référence. Pour six séries de résultats faisant l'objet de périodes de comptage plus longues (Barnstaple, M62, Rochester Way, Westway, M11, A316), la croissance s'est située entre 20 pour cent et 178 pour cent, avec une moyenne non pondérée de 77 pour cent. Il n'est pas facile d'expliquer ce type de croissance, sinon par des tendances liées à l'évolution générale des revenus.

Croissance supérieure en période de pointe

Les taux de croissance enregistrés sur les tronçons améliorés ont été particulièrement élevés en période de pointe, ce qui n'est pas caractéristique de la croissance du trafic en général. Cela semble indiquer qu'en cas d'apport de capacité supplémentaire, on assiste à un renversement de l'étalement de la pointe s'expliquant à la fois par un effet de suppression lié à la congestion et un trafic induit, conséquence d'un décongestionnement.

Délestage limité des itinéraires alternatifs

Les augmentations de trafic enregistrées sur les routes améliorées n'ont généralement pas été compensées par des réductions de trafic équivalentes sur les itinéraires alternatifs non améliorés, que ce soit à court ou à long terme.

Sensibilité au contexte politique

Dans le seul cas où l'étude a tenu compte du contexte de la politique des transports dans la zone environnante, des arguments solides prouvant que cette politique avait un impact sur la quantité et la localisation du trafic induit, ont pu être avancés.

Enfin, il convient de noter les conclusions du Comité SACTRA concernant la localisation et l'importance du trafic induit :

> *"Tant la logique économique que les études de modélisation ont démontré de manière convaincante, que la valeur nette réelle d'un projet peut être sensible au traitement du trafic induit. Cette question revêt une importance considérable pour l'évaluation monétaire de la rentabilité du Programme Routier.*
>
> *Nous estimons que le trafic induit est de la plus haute importance dans les conditions suivantes :*
>
> – *lorsque le réseau fonctionne ou est prévu pour fonctionner à des niveaux proches de la pleine capacité ;*
> – *lorsque l'élasticité de la demande par rapport aux coûts de déplacement est élevée ;*
> – *lorsque la mise en oeuvre d'un projet d'aménagement entraîne d'importantes modifications des coûts de déplacement.*
>
> *Ceci suggère que les catégories de projets routiers, où l'estimation doit être la plus attentive, sont les projets qui se situent dans les zones urbaines ou autour de celles-ci, les projets de traversée d'estuaires et les plans stratégiques d'aménagements interurbains visant à accroître la capacité (y compris l'élargissement des autoroutes). Nous reconnaissons que cette dernière catégorie est incluse dans l'énumération précédente pour des raisons de logique plutôt que du fait de l'existence de preuves liées à un exercice de modélisation. En fait, il s'agit là d'une lacune importante dans le processus de compréhension, qu'il convient de combler."*

Le rapport du Comité SACTRA a été soumis au Secrétaire d'État aux Transports en mai 1994 et, le 19 décembre 1994, le Gouvernement a répondu par un communiqué selon lequel, sur la base des éléments de preuve disponibles, le Ministère des Transports acceptait de reconnaître qu'"il y a vraisemblablement un nombre significatif de projets qui sont susceptibles d'engendrer des trafics supplémentaires". Il a également déclaré que "pour les plans d'aménagement routiers nationaux en préparation, l'importance probable du trafic induit fera l'objet d'une estimation dans chaque cas".

4. TRAFIC GÉNÉRÉ ET ÉVALUATION DE L'AVANTAGE

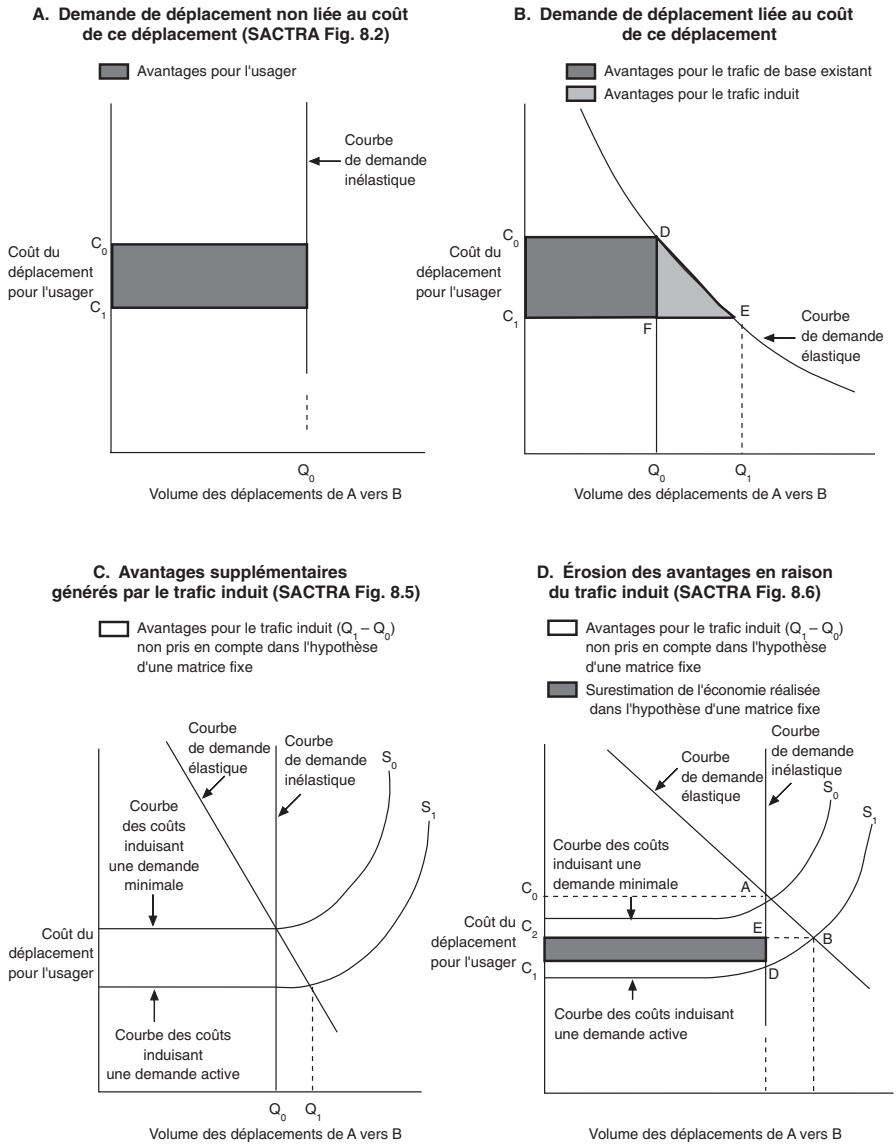
Il est important de souligner que toutes les catégories de trafic induit retirent un certain avantage, soit sous forme de coûts réduits, soit sous forme de possibilités accrues. Il est faux de considérer certaines catégories de trafic induit comme "un réel avantage" et d'autres comme relativement secondaires du fait d'avantages moindres. Toutefois, il convient aussi de reconnaître que pratiquement tout le trafic induit aura tendance à imposer des coûts environnementaux supplémentaires, sous une forme ou sous une autre, et qu'une *certaine partie* du trafic induit imposera des coûts externes supplémentaires en raison du retard qu'il impose à d'autres trafics. Par conséquent, l'effet du trafic induit sur la contribution économique globale d'une amélioration routière sera très différent selon que l'on se situe dans des zones congestionnées ou des zones non congestionnées. Cet effet peut être très différent selon que la route considérée se situe près d'une ville ou en rase campagne ; il variera également en fonction de la proportion trafic longue distance/trafic courte distance ou trafic de voitures/trafic de camions.

La première section résume l'argumentation développée par SACTRA à propos des effets résultant de la prise en compte du trafic induit dans l'évaluation économique des projets d'aménagement routiers, tels que décrits par Mackie (1996) et Coombe (1996), deux auteurs qui ont eu essentiellement recours à une analyse d'équilibre. La section suivante développera une analyse critique sur le même sujet en utilisant une approche dynamique proposée par Dargay et Goodwin (1994).

4.1. Analyse d'équilibre

Mackie (1996) utilise les quatre graphiques SACTRA ci-après :

Graphique 3. **Avantages pour l'usager à l'équilibre**



Dans chaque cas, l'avantage calculé s'appuie sur le principe du surplus du consommateur, c'est-à-dire l'avantage supplémentaire dont bénéficie le consommateur au-delà des dépenses (en temps et en argent) qu'il doit consentir. Les graphiques révèlent les effets suivants :

Graphique 3A : s'il n'y a pas de trafic induit, chaque usager de la route jouit pleinement de l'économie que permet la nouvelle réalisation routière.

Graphique 3B : s'il y a un trafic induit, les usagers existants jouissent pleinement de la réduction de coût, mais les nouveaux usagers (c'est-à-dire le trafic induit) bénéficient d'un avantage moindre en termes de surplus du consommateur parce que, pour certains d'entre eux, le déplacement proprement dit entraîne un avantage inférieur au coût initial, comme le prouve leur décision antérieure de ne pas se déplacer. Cet avantage réduit peut être évalué à l'aide de la "règle de la moitié".

Graphique 3C : par rapport aux hypothèses retenues en A et B, on s'aperçoit qu'une partie des avantages est occultée si l'on ne tient pas compte du trafic induit.

Graphique 3D : toutefois, le trafic induit entraîne également une congestion accrue et empêche les usagers existants de bénéficier de l'ensemble des économies qu'ils auraient pu escompter.

Dans ces graphiques, le bénéfice agrégé pour les automobilistes entre A et B, dû à la réduction du coût du déplacement est C_0DEC_1. Cet avantage peut être décomposé en deux éléments, l'avantage pour les déplacements de base (Q_0) de C_0DFC_1 et l'avantage pour les déplacements (Q_1 - Q_0) induits par la réduction des coûts correspondant à la zone DEF. Si le changement de coût n'est pas trop important, on peut raisonnablement supposer que la courbe de la demande est linéaire dans le champs pertinent. Dans ce cas, le déplacement induit moyen bénéficie d'un avantage égal à la moitié de la variation du coût. Les avantages totaux pour l'usager peuvent alors s'exprimer comme suit :

$$(C_0 - C_1)\, Q_0 + 1/2\, (C_0 - C_1)\, (Q_1 - Q_0) = 1/2\, (C_0 - C_1)\, (Q_0 + Q_1)$$

Cette formule, appelée formule de la “règle de la moitié”, peut être développée pour couvrir des situations caractérisées par des réseaux complexes, des modes de transport nombreux et des paires origine-destination multiples. Dans les années 70, elle a été l’outil de base utilisé pour l’évaluation dans les études relatives aux transports et à l’occupation des sols.

L’omission du trafic induit est donc à l’origine d’une double erreur : une sous-estimation de l’avantage et une sous-estimation de la perte. La question essentielle est dès lors de savoir quelle est la dimension relative de ces deux erreurs. Coombe (1996) résume les conclusions des travaux théoriques et de modélisation effectués par Williams et d’autres, en indiquant qu’en cas de congestion, l’effet négatif lié au ralentissement des autres usagers occasionné par le trafic induit, est supérieur à l’avantage supplémentaire dont jouit l’automobiliste personnellement. Ceci est une conséquence inévitable de la nature non linéaire de la relation entre le volume du trafic et sa vitesse.

Ainsi donc, l’omission du trafic induit n’est qu’une simplification “conservatrice” (telle que définie précédemment) dans les cas où de nouvelles routes sont construites en l’absence de sérieux problèmes actuels ou futurs de congestion.

4.2. Analyse dynamique

La question se pose de manière différente lorsque l’analyse d’équilibre est remplacée par une approche dynamique comme le démontrent Dargay et Goodwin (1994). Les développements ci-après exposent leur argumentation (essentiellement due à Dargay).

Les avantages pour les usagers au cours d’une période t résultant d’un changement modeste des coûts de déplacement (qu’il s’agisse des coûts généralisés habituellement utilisés, ou du prix en argent ou du temps seulement) à un moment 0, peuvent être mesurés par le “changement” enregistré dans le surplus du consommateur, mesuré par la zone située en dessous de la courbe de la demande D(t) à un moment t où $D(t) = f_t(c)$. Partant de l’hypothèse que D est intégrable, le changement résultant d’un changement de coût de c à c’ est exprimé par la formule :

$$B(t) = \int_{c'}^{c} D(t)\, dc \qquad \textbf{(1)}$$

Si D est une fonction linéaire des coûts, cette intégrale est évaluée comme suit :

$$\int_{c'}^{c} D(t)\, dc \;=\; -\ \tfrac{1}{2}\ [\ f_t\ (c') +\ f_t\ (c)]\ (c' -\ c) \qquad \textbf{(2)}$$

où f_t (c') représente le niveau de la demande durant la période t eu égard à un changement de coûts de c à c' à un moment 0, et f_t (c) = D(0) le niveau de la demande au coût initial c, qui est le même pour tous les t étant donné que D(0) est en équilibre. Bien que l'équation (2) ne soit exacte que pour les fonctions linéaires, cette même formule, connue sous le nom de "règle de la moitié", est une approximation relativement bonne de l'intégrale réelle pour les changements marginaux de c, même si D est une fonction non linéaire de c, comme indiqué précédemment.

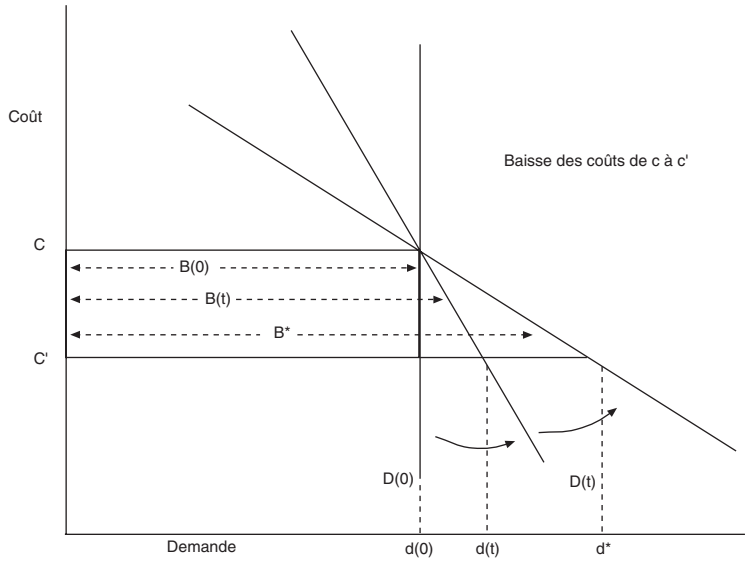
Puisque la demande ne répond pas instantanément aux changements de coûts, il y aura une série de courbes de demande, D(t), représentant le niveau de la demande à différents moments, de t = 0 jusqu'au moment de l'ajustement complet ou de l'équilibre t*, à la suite du changement de coûts au moment 0. Par définition, le surplus pour l'usager B(t) résultant du changement de coûts est alors dynamique et se modifie au fil du temps. Le profil intertemporel de la demande et des avantages est généralement aussi affecté également par des facteurs n'ayant pas trait au prix, de sorte que D(t) = f_t (z,c). Toutefois, pour simplifier cet exposé, nous partirons de l'hypothèse que tous les autres facteurs restent constants, de sorte que D(t+i) = D(t) $\forall$i si c est constant.

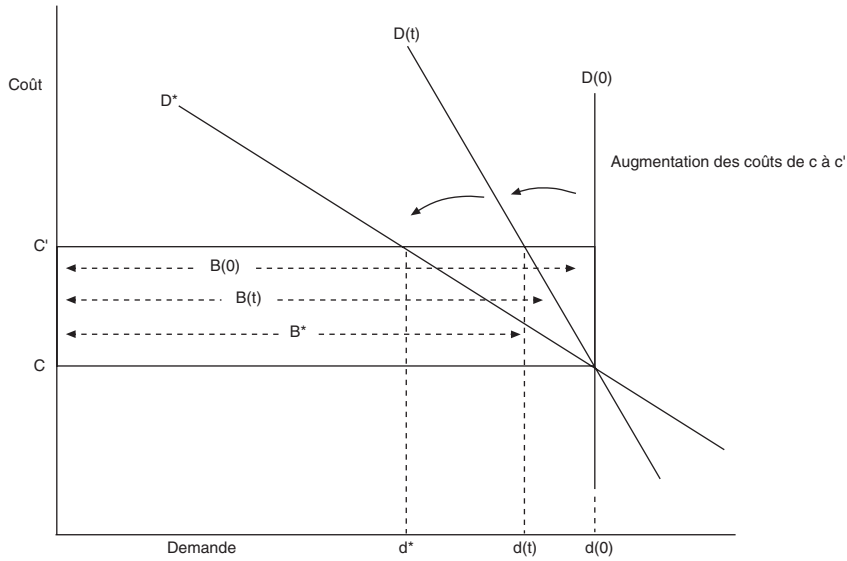
$$\varepsilon(t) \;=\; \frac{(D(t) - D(0))}{\Delta C(0)}\ \frac{c}{D(0)} \;=\; \frac{\partial D(t)}{\partial C(0)}\ \frac{c}{D(0)}\ . \qquad \textbf{(3)}$$

où ΔC(0) indique un changement de coûts (c à c') intervenant au moment 0, D(0) est le niveau de demande au moment 0 avec un coût initial c et D(t) - D(0) indique le changement de quantité demandée après un intervalle de temps t. On s'attendrait à ce que cette élasticité s'accroisse régulièrement au fil du temps et se rapproche d'une valeur asymptomatique ε*, l'élasticité à long terme, alors même que D(t) approche de sa valeur d'équilibre D*. On peut avoir d'autres schémas d'ajustement fondés, par exemple, sur l'oscillation, mais dans la plupart des situations économiques $|\varepsilon(t)| < |\varepsilon(t+1)|$ pour l'ensemble des t < t* et ε < 0 de sorte que D(t) < D(t+1) pour les diminutions de coûts et D(t) > D(t+1) pour les augmentations de coûts, en partant de l'hypothèse que

D(0) est en équilibre. Ceci implique que B(t) < B(t+1) pour les diminutions de coûts et B(t) > B(t+1) pour les augmentations de coûts. Ceci est représenté au Graphique 4.

Graphique 4. **Surestimation ou sous-estimation du surplus pour l'usager**





Il est intéressant de comparer ce diagramme avec la présentation apparemment similaire de Mackie, reproduite précédemment. Si l'on part de l'hypothèse que le volume total du trafic n'est pas affecté par les modifications des coûts ou des vitesses de déplacement, on obtient une courbe de demande verticale semblable à celle représentée par D(0).

Supposons (comme cela est affirmé souvent, avec une certitude peu fondée cependant) que les changements de choix d'itinéraire interviennent assez rapidement, mais que les changements du choix de mode ou de destination ou de la fréquence des déplacements prennent plus de temps. Si ceci était vrai, la courbe de demande verticale pourrait s'appliquer, semble-t-il, de façon équivalente à la réaffectation ou aux effets à court terme, et la courbe en pente aux autres réponses ou aux effets à plus long terme.

Si la pratique courante évolue afin d'inclure un éventail plus large de réponses comportementales, cela impliquera en tout cas un passage de plus en plus marqué de la courbe verticale à la courbe en pente de la demande. Alors que l'analyse de SACTRA s'est surtout attachée à remplacer une courbe de demande en équilibre peu plausible par une autre plus sensible, l'analyse dynamique tente aussi de prendre en considération l'échelle temporelle pendant laquelle les réactions à court terme se transforment en réactions à plus long terme.

Pour évaluer les coûts totaux ou les avantages pour les usagers résultant d'un changement donné des coûts de déplacement, il est d'usage de calculer la valeur actualisée de l'ensemble des futurs coûts/avantages. Si l'on part de l'hypothèse d'un facteur d'actualisation r et d'un horizon temporel N, la valeur actualisée peut être exprimée, pour des valeurs temps discrètes, comme étant :

$$PV(B) = \sum_{t=0}^{N} \frac{\int_{c'}^{c} D(t)\, dc}{(1+r)^t} \quad . \qquad \textbf{(4)}$$

Si la demande ne répond pas instantanément au changement de coûts, la valeur actualisée sera donc fonction du profil dynamique de cette réaction (il est à noter que ceci n'est pas comparable à la pratique en apparence similaire consistant à additionner ou à actualiser un ensemble d'avantages futurs résultant d'un niveau de demande changeant au fil des ans, lorsque les changements sont dus à d'autres facteurs exogènes, tels que la croissance économique et non à des réponses différées aux changements de coût initiaux). Lorsque les réponses

sous-jacentes du côté de la demande sont calculées à partir de l'un ou l'autre modèle d'équilibre, dans lequel l'échelle du temps de réaction est indéterminée et donc traitée implicitement comme étant instantanée, cela équivaut à utiliser une élasticité de demande statique à valeur unique pour calculer le surplus du consommateur plutôt qu'une élasticité dynamique fonction du temps, de sorte que $\varepsilon(t) = \varepsilon_s \; \forall \; t \geq 0$ où ε_s est constant. Cette hypothèse d'élasticité statique implique également que $D(t) = D_S$ et partant que $B(t) = B_s \; \forall \; t \geq 0$, de sorte que l'avantage (non actualisé) est le même pour tous les t et que PV devient alors :

$$PV(B_s) = B_s \sum_{t=0}^{N} \frac{1}{(1+r)^t} \; . \qquad \textbf{(5)}$$

La question se pose alors de savoir ce qui se passe pour le calcul de la valeur actualisée lorsqu'on utilise erronément une élasticité statique.

Si la source de calcul de l'élasticité statique est un bon modèle d'équilibre à long terme, son élasticité implicite est parfois perçue comme l'asymptote à long terme d'un processus dynamique. En revanche, si la source est une analyse du type "séries chronologiques" sans décalage temporel, il est probable que l'élasticité se rapprochera de la valeur initiale ou à court terme de l'élasticité dynamique. (Aucune de ces interprétations dynamiques des élasticités statiques n'est universellement applicable en raison des biais de spécification, mais il est commode de les retenir comme cas limites à ce stade de l'argumentation).

Il en ressort que la nature de l'erreur causée dépend de la relation de l'élasticité statique par rapport à l'élasticité dynamique, de la vitesse d'ajustement à l'équilibre, du taux d'actualisation r et de l'horizon temporel N. Dans le premier exemple, l'élasticité à long terme ε^* est utilisée plutôt que l'élasticité dynamique. Dans ce cas $|\varepsilon^*| > |\varepsilon(t)| \; \forall t < t^*$. Ceci implique que $D^* > D(t)$ et $B^* > B(t)$ pour les diminutions de coûts et $D^* < D(t)$ et $B^* < B(t)$ pour les augmentations de coûts. Par conséquent, l'avantage pour les usagers des diminutions de coûts est surestimé et l'avantage (négatif) ou la perte du(e) à des augmentations de coûts est sous-estimé(e) comparativement à la situation réelle où les réactions initiales, d'abord faibles, deviennent, au fil du temps, des réactions plus marquées. Dans l'évaluation des avantages intertemporels, chaque terme de la somme dans le calcul d'actualisation des valeurs est surestimé ou sous-estimé, comme indiqué précédemment, de sorte que la somme des avantages actualisés inclura la somme de ces erreurs et sera donc surestimée ou sous-estimée de la même façon. Plus l'ajustement est lent, plus l'écart sera important. Toutefois, à mesure que l'horizon temporel augmente, N

tend vers t* ou le dépasse de sorte que l'erreur devient plus faible. De même, plus le taux d'actualisation est élevé, moins les avantages futurs auront de poids. Ces avantages étant alors pratiquement exacts, l'erreur augmentera.

Dans le deuxième cas, supposons que nous utilisions erronément une élasticité à court terme $\varepsilon(1)$, où $|\varepsilon(1)| < |\varepsilon(t)| \forall t > 1$ au lieu des élasticités dynamiques $\varepsilon(t)$. Alors $t > 1$, $D(1) < D(t)$ et $B(1) < B(t)$ pour les diminutions de coûts et $D(1) > D(t)$ et $B(1) > B(t)$ pour les augmentations de coûts, de sorte que l'avantage que représentent les diminutions de coûts est sous-estimé et les pertes liées aux augmentations de coûts surestimées. Une fois encore, chaque terme dans la formule (4), à l'exception de B(0) et de B(1), est sous-estimé ou surestimé, comme l'est l'ensemble actualisé des avantages futurs. Les variations de la vitesse d'ajustement, du taux d'actualisation et de l'horizon temporel, auront des effets opposés à ceux constatés dans le cas précité.

Les biais constatés ne sont cependant pas dus essentiellement à l'erreur qui consiste à utiliser une élasticité qui est par erreur supérieure ou inférieure à la valeur réelle (bien que ceci soit important pour d'autres raisons). Ils résultent de l'utilisation d'une valeur unique, quelle qu'elle soit, au lieu d'une fonction dépendant du temps. Toutefois, étant donné que les deux cas limites examinés présentent des types de biais opposés, il est permis de suggérer une valeur d'élasticité indicative, se situant quelque part entre la valeur à court terme et la valeur à long terme, et dont l'utilisation en tant qu'élasticité statique donnerait la même valeur pour le surplus du consommateur que le calcul complet et entier du profil de réponses au fil du temps. Cette valeur sera une sorte de pivot représentant le point de transition de la sous-estimation à la surestimation des avantages ; elle dépendra du schéma de réponse intertemporelle, du taux d'actualisation et de l'horizon temporel choisi.

La modification du surplus du consommateur à un moment t est donc déterminée par le niveau initial de la demande, le changement de coûts et l'élasticité dynamique $\varepsilon_{T,RC}$. A partir de là, on peut calculer l'erreur (en pourcentage) affectant la valeur actualisée estimée des avantages ou des coûts lorsqu'une élasticité statique est indûment appliquée au lieu d'une élasticité dynamique (correcte). Pour un taux d'actualisation et un horizon temporel donnés, on peut démontrer que pour cette spécification particulière de modèle, l'erreur de pourcentage ne dépendra que de l'élasticité et de la direction et de l'amplitude du changement relatif de coûts. Dans le Tableau 19, on trouvera un exemple d'estimation des élasticités de l'ensemble du trafic automobile par rapport aux coûts d'utilisation. Le taux d'actualisation et l'horizon temporel retenus pour le calcul de la valeur actualisée sont respectivement de 8 pour cent

et de 30 ans. Les erreurs résultant d'augmentations et de diminutions de coûts de 10 à 50 pour cent sont indiquées pour deux cas distincts. Le premier utilise l'élasticité estimée à court terme, tandis que le second fait appel à l'élasticité à long terme.

Tableau 19. **Erreur en pourcentage dans le calcul du surplus du consommateur en cas d'utilisation d'élasticités statiques au lieu d'élasticités dynamiques**

Variation (%) des coûts d'utilisation						
Élasticité	Augmentation (%)			Diminution (%)		
statique	10	20	50	10	20	50
Court terme -0.4	3	5	12	- 3	- 6	- 18
Long terme -1.3	- 1	- 2	- 5	1	3	9

Le niveau d'erreur dans le tableau ci-dessus est exprimé en pourcentage du changement total du surplus pour l'usager. Pour des raisons pratiques, il devra généralement être converti en pourcentage de la valeur actualisée nette, ce qui donnera toujours des chiffres supérieurs à ceux indiqués ci-dessus : dans la perspective des décisions politiques à prendre, où les avantages se situent aux alentours de 20 pour cent des coûts, par exemple, l'existence de biais de cette ampleur au niveau du calcul du surplus du consommateur aura normalement une forte influence sur le taux de rentabilité et pourra inverser la décision.

On constate que pour de faibles changements de coûts, l'erreur est marginale, quelle que soit l'élasticité utilisée. Toutefois, l'erreur augmente quand le changement de coûts devient plus important et en cas de changements considérables de coûts, l'erreur est très importante. De plus, le fait d'utiliser l'élasticité à court terme accroît exagérément la perte subie du fait de l'augmentation des coûts, tandis que l'utilisation de l'élasticité à long terme conduit à une sous-estimation de celle-ci. En cas de baisse de coûts, c'est le contraire qui se produit : l'élasticité à court terme sous-estime les avantages obtenus, tandis que l'élasticité à long terme les augmente. Toutefois, l'effet n'est symétrique pour des augmentations ou des réductions des coûts que lorsque le changement de coûts est marginal. Quand le changement de coûts, exprimé en pourcentage, devient plus important l'asymétrie augmente. Dans ce cas, l'erreur est plus importante pour les diminutions de coûts que pour les augmentations. Cette asymétrie se produit en raison de la forme non linéaire de la fonction de demande utilisée (avec une fonction linéaire de la demande, ces

asymétries n'existeraient pas). De même, dans ce cas particulier, l'erreur est beaucoup plus importante lorsqu'on utilise l'élasticité à court terme plutôt que l'élasticité à long terme. Bien que cela ne doive pas être nécessairement le cas, ce sera généralement ainsi que les choses se passeront, à moins que l'horizon temporel choisi ne soit très court. Enfin, comme indiqué précédemment, il est possible de trouver une élasticité qui débouchera sur une erreur zéro. Dans ce cas, l'élasticité est d'environ - 1.0.

Après avoir recueilli l'avis du Comité SACTRA, le Ministère des Transports britannique (1994) a publié une note d'orientation technique sur la démarche à suivre, qui comporte un tableau des valeurs recommandées d'élasticité aux coûts généralisés. Cette note énonce ce qui suit :

> *"Ces valeurs représentent des élasticités à court terme et devraient être utilisées pour les tests de sensibilité des flux de trafic enregistrés pendant l'année d'ouverture. Des valeurs plus importantes, allant jusqu'à deux fois la valeur précitée, devraient être utilisées pour les tests de sensibilité portant sur les flux de trafic de l'année 'concept' (*design*)".*

L'année "concept" est généralement la 15ème année suivant l'ouverture. Il est évident que si les élasticités utilisées pour la 15ème année après l'ouverture sont près du double de celles utilisées pour la première année suivant l'ouverture, toutes les questions relatives au processus d'ajustement, examinées dans le présent document, deviennent pertinentes et il serait, en effet, impossible de calculer une valeur nette actualisée si l'on ne tient pas compte de l'existence de ce processus.

Par conséquent, si l'on accepte l'existence de trafic induit, il faut aussi accepter le processus d'adaptation comportementale qu'il entraîne. Dès lors que cette adaptation n'est pas instantanée -- ce qui s'impose à l'évidence -- les mesures non biaisées des avantages doivent se fonder sur le profil et le rythme du processus temporel, et il est dès lors évident que l'hypothèse du "trafic induit zéro" ne débouche pas sur une mais deux sources de biais.

En dépit des modèles assez simples utilisés et du caractère encore provisoire des résultats obtenus, quelques conclusions peuvent néanmoins être tirées. La principale, c'est que l'utilisation d'élasticités statiques pour des évaluations de politiques des transports pourrait déboucher sur des estimations erronées des effets. On pourrait faire valoir qu'à de faibles modifications des coûts correspondent des erreurs faibles, qui peuvent être ignorées. Pour les modifications importantes, toutefois, les erreurs peuvent être considérables.

Il convient d'examiner les principales implications pratiques de cette argumentation. Le sens du biais dépendra du contexte spécifique de la pratique suivie. Prenons, par exemple, le cas d'une politique tarifaire où le prix de l'utilisation de la route a été relevé (du fait de l'augmentation du prix de l'essence ou d'un programme de tarification routière), les recettes générées servant à soutenir les transports publics. L'évaluation actuelle d'une telle politique serait influencée par l'élasticité aux prix de l'essence et l'élasticité aux prix des transports publics qui, si on les estime sur la base d'une analyse du type chronologique sans décalage temporel, sont sensiblement inférieures aux chiffres à plus long terme résultant d'une estimation empirique. Par conséquent, choisir une certaine forme d'élasticité moyenne aurait pour conséquence dans les deux cas, un accroissement de l'élasticité supposée.

Dès lors, on peut dire que le biais politique de certaines pratiques actuelles débouche sur une surestimation de la perte de bien-être en cas d'augmentation des prix (en l'occurrence, dans l'exemple retenu, des prix d'utilisation de la route) et sur une sous-estimation des accroissements de bien-être en cas de réduction des prix (en l'occurrence, des prix des transports publics). L'évaluation statique des modifications du surplus du consommateur contribuerait donc à faire apparaître une telle politique moins utile qu'elle n'est en réalité.

A la différence de l'exemple précédent, certaines politiques sont évaluées en utilisant des modèles de transport, généralement calibrés sur des données transversales, qui prétendent donner des prévisions, fondées sur un équilibre à long terme, des effets des politiques testées. C'est notamment le cas lorsqu'il s'agit d'évaluer les grands investissements en matière d'infrastructures, où le temps de déplacement plutôt que le prix monétaire est généralement le principal avantage. Si les modèles sont dignes de leurs prétentions, les élasticités implicites seront celles qui s'appliquent à long terme et elles seront supérieures aux valeurs moyennes. Dans ce cas, le biais sera inverse : les avantages liés à la réduction de coûts seront surestimés et les désavantages résultant de leur augmentation seront sous-estimés.

Un dernier exemple, particulièrement important, serait l'évaluation d'un "paquet" de mesures politiques, dont certaines ont des effets à court terme et d'autres des effets à plus long terme. Il y aurait distorsion si le "paquet", considéré globalement, était évalué eu égard à son équilibre final, sans tenir compte des différentes échelles temporelles des divers composants.

En résumé, il résulte de l'analyse précédente que les politiques ou programmes à comparer devraient être évalués en utilisant explicitement l'échelle temporelle des réponses comportementales correspondantes. L'hypothèse selon laquelle l'évaluation peut être réalisée en faisant référence à un équilibre hypothétique, débouchera inévitablement sur des choix biaisés.

4.3. La "Règle de la moitié" également applicable à la réaffectation

Nous allons évoquer une troisième source possible de biais. L'ancienne pratique peut être grossièrement résumée en disant que réaffectation = réponse instantanée = courbe de demande verticale = pleine valeur de l'avantage, comparativement à un scénario alternatif où autres réponses du côté de la demande = réponse dynamique = courbe de demande inclinée = règle de la moitié. Mackie (à propos du Graphique 3B présenté précedemment) écrit :

> *"Dans ce cas, les avantages pour l'usager d'une amélioration sont simplement égaux à la variation du coût (temps + usage) pour l'usager ... l'avantage pour l'usager est simplement la différence de coût par déplacement ... multiplié par le volume fixe de déplacements."*

Cette observation est tout à fait pertinente par rapport à la question de l'évaluation du trafic induit, parce que l'on n'accorde aux avantages liés au trafic induit, en moyenne, qu'un demi-crédit avec la procédure de la "règle de la moitié", tandis qu'on accorde plein crédit aux avantages liés au trafic réaffecté. Aussi (mis à part les considérations relatives à la congestion et à la vitesse) le fait de considérer une partie du trafic comme induit réduit-il la valeur des avantages liés à une amélioration des infrastructures.

Toutefois, si les avantages liés au trafic réaffecté devaient également être évalués sur la base des principes de la "règle de la moitié", alors (a) les avantages seraient surestimés, même pour le trafic réaffecté, ce qui est inquiétant et (b) l'importance de cette raison particulière qu'il y a à distinguer le trafic induit et le trafic réaffecté, diminuerait ou disparaîtrait, ce qui est réconfortant.

Prenons le cas hypothétique d'une société de péages routiers étudiant le niveau de prix à pratiquer sur une route donnée. Il est important (a) pour la société, que des estimations précises soient faites des recettes pouvant être tirées

de divers niveaux de prix, et (b) pour le Ministère des Transports, qu'une estimation précise soit faite des changements du surplus du consommateur résultant de ces divers niveaux de prix.

Hypothèses :

- la réaffectation est la seule influence exercée sur le marché par la route à péage; il n'y a pas de trafic induit ou d'autre réaction que la réaffectation ;
- il existe une route rapide à péage et une route alternative gratuite, moins rapide ;
- aucune des deux n'est congestionnée, de sorte qu'il n'y a aucun effet en retour (*feedback*) de la répartition du trafic sur la vitesse ;
- le péage peut être appliqué facilement, sans perturbation ni interruption du trafic, et les automobilistes savent parfaitement ce qu'ils doivent payer.

Supposons maintenant que les prix augmentent progressivement sur la route à péage. Combien d'automobilistes choisiront la route gratuite et la route à péage en fonction des divers niveaux de prix ? En d'autres termes, quelle sera la forme de la courbe de demande révélée pour la route à péage ?

Réponse proposée

Supposons qu'il s'agisse d'une courbe tout à fait ordinaire, en pente douce. Plus le prix est élevé, plus le trafic sur la route à péage est faible. Certains prix seront si élevés que plus personne n'utilisera la route à péage et d'autres prix si faibles que la demande sera virtuellement la même que s'il ne s'agissait pas d'une route à péage.

(L'auteur est certain que tel sera le cas dans la réalité, et est pratiquement sûr que tous les modèles de réaffectation, aussi peu sophistiqués soient-ils, déboucheront également sur ce résultat. Toutefois, il admet qu'il est impossible d'en faire la démonstration théorique. Les lecteurs qui estiment que tel puisse être le cas sont maintenant invités à en examiner les implications dans la perspective d'une évaluation. Les lecteurs qui n'y croient pas, au contraire, sont invités à examiner la question suivante : "s'il existait des *circonstances particulières* autorisant un tel résultat, quelles en seraient les implications en vue d'une évaluation dans ces conditions ?).

Examinons maintenant la façon d'évaluer les changements d'utilité du consommateur que provoque l'utilisation de la route. La seule façon de procéder est de prendre en considération la zone située en dessous de la courbe de la demande.

Pour la route gratuite, il n'y a pas de congestion et tous ceux qui continuent de l'emprunter auront le même temps de déplacement, de sorte qu'il n'y aura pas pour eux de changement du surplus du consommateur. Pour la route à péage, il n'y a pas de congestion, de sorte qu'il n'y a pas de modification du temps de déplacement, et la seule influence faisant varier le surplus du consommateur sera le prix appliqué.

Dans le cas où il s'agit d'une courbe en pente (par exemple non verticale), il faudra logiquement appliquer la "règle de la moitié" ou une procédure équivalente qui s'en approche. Cela traduit une caractéristique de l'utilité révélée à travers la pente de la courbe de demande elle-même, à savoir que la variation de l'avantage pour ceux qui modifient un comportement en faveur d'une alternative disponible, mais qu'ils avaient précédemment rejetée, est, à la limite, inférieure au changement de l'avantage pour ceux qui continuent à maintenir leur attitude antérieure, mais à un coût différent. *Certains n'évaluent pas l'avantage qu'il y a à emprunter la route à péage à un niveau aussi élevé que d'autres et, par conséquent, ne sont pas disposés à payer un prix aussi élevé pour utiliser cette route.* (Si tel n'était pas le cas, personne n'utiliserait la route à péage à des prix dépassant un certain niveau et tout le monde, sans exception, l'utiliserait si les prix étaient inférieurs à ce niveau. Telle est l'interprétation stricte d'une courbe de demande verticale, qui ne semble pas plausible du tout).

Il n'y a là, en principe, rien de nouveau puisque c'était l'approche retenue pour l'évaluation des changements du surplus du consommateur dans le cas par exemple de l'évaluation des effets des modifications du temps de déplacement sur le choix du mode ou sur l'heure de déplacement.

Toutefois, si l'approche est (a) valable en ce qui concerne les effets du temps sur le choix du mode et de l'heure de déplacement et (b) pour les effets du prix sur le choix de l'itinéraire, elle doit aussi être valable lorsqu'on examine les effets des changements du temps de déplacement sur le choix de l'itinéraire, en raison de l'interchangeabilité du temps et de l'argent lorsqu'on utilise une approche en terme de coût généralisé.

Conclusion

L'hypothèse de la "pleine valeur" des avantages n'est valable que lorsque le choix de l'itinéraire n'est pas sensible aux divers niveaux de coût généralisé sur les itinéraires alternatifs. Sinon c'est la "règle de la moitié" qui devrait être appliquée.

5. IMPLICATIONS POLITIQUES DU DÉSÉQUILIBRE ENTRE CROISSANCE DE CAPACITÉ ET CROISSANCE DE TRAFIC

L'étude des effets des constructions routières sur le volume total du trafic est essentielle en raison du caractère fondamental que revêt l'offre d'infrastructures dans l'histoire de la politique des transports. Mais bien qu'il y ait généralement consensus sur le fait que cette question a des implications politiques, il n'y a en revanche aucun accord sur la nature exacte de ces implications.

La question n'est pas nouvelle. Glanville et Smeed (1958) avaient déjà largement évoqué bien des aspects soulevés par le débat actuel lorsqu'ils écrivaient :

> *"Certains affirment parfois le plus sérieusement du monde que ce n'est pas la peine de construire de nouvelles routes parce que le trafic généré sera si important que la situation des usagers n'en sera pratiquement pas meilleure qu'avant. C'est là, manifestement, une généralisation qui ne résiste pas à l'examen, car trop nombreux sont les exemples prouvant le contraire et, en tout état de cause, une capacité supplémentaire pour une même vitesse est un avantage en soi, bien qu'elle puisse s'accompagner de certains inconvénients."*

Toutefois, le contexte des années 90 est différent de ce qu'il était dans les années 50, notamment à deux égards. Premièrement, il y a une prise de conscience bien plus poussée vis-à-vis des inconvénients "corrélatifs" qui ont trait aux impacts sur l'environnement. Deuxièmement, des modifications radicales sont apparues au niveau de la question stratégique plus vaste de la politique routière, notamment quant à savoir s'il est possible que l'expansion de la capacité aille de pair avec la croissance du trafic.

A cet égard, il est important d'établir une distinction entre l'effet différentiel de projets spécifiques et le programme routier en tant qu'élément de la stratégie globale des transports. L'argument du "trafic induit" est vital pour évaluer l'impact sur l'environnement (et l'impact sur la congestion) de tout projet d'aménagement routier spécifique ou de combinaisons de projets. Comme on l'a montré précédemment, les preuves à cet égard sont substantielles et raisonnablement convaincantes. Mais il ne s'agit pas de la même question que celle de la crédibilité du programme routier, considéré globalement, en tant que réponse à la croissance du trafic. Sur cette question, on avancera que le trafic induit est une question pertinente, certes, mais secondaire, puisque le déséquilibre entre la croissance de la capacité et la croissance du trafic, pourrait, en termes généraux, continuer à se manifester, même s'il n'y avait pas de trafic induit (bien que dans ce cas, la réponse politique puisse être différente).

Ces deux questions ont fait l'objet d'une certaine confusion, en partie en raison des dates de publication du rapport de la *Royal Commission on Environmental Pollution* (1994) (qui se bornait à quelques observations en passant sur le trafic induit) en octobre 1994, du rapport SACTRA sur le trafic induit (qui ne faisait que de brefs commentaires sur les problèmes de la stratégie globale des transports) en décembre 1994, et des réductions du programme routier qui en ont résulté.

Examinons maintenant la question plus large de la relation entre la croissance du trafic routier et la croissance de la capacité routière, et la question de savoir comment ceci a changé directement la nature du débat politique relatif à la construction de routes et, partant, le contexte dans lequel d'autres politiques, ne portant pas atteinte à l'environnement, peuvent être prises en considération.

Dans tous les pays industrialisés, le rapport *niveau de trafic/taille du réseau* routier a crû au fil du temps, ce qui indique que le trafic a partout augmenté plus rapidement que le réseau routier. Il ne s'agit pas là d'une phénomène nouveau, bien que depuis de nombreuses années (en certains endroits, c'est d'ailleurs toujours le cas) on ait cru qu'il s'agissait d'un problème temporaire dû à l'inadéquation des budgets routiers ou à l'incapacité des dispositions administratives à faire avancer les programmes de construction routière.

Le fait de reconnaître qu'il pourrait être impossible pour la capacité routière de suivre le rythme d'une croissance de trafic illimitée a été un élément important dans la convergence des politiques visant à faire face à la congestion

urbaine et de celles visant à mieux protéger l'environnement. Ce n'est pas un hasard si ce nouveau consensus s'est dégagé tout d'abord et beaucoup plus rapidement dans les villes, spécialement dans les villes petites et moyennes de caractère historique, où l'on assiste à la dissonance la plus frappante entre le trafic et l'environnement urbain et où existe un sens de l'identité culturelle et de fierté civique.

Ce qui s'est produit ensuite, c'est que les idées de modération du trafic, qui étaient nées dans les villes, ont rapidement gagné la campagne, où les prévisions de croissance du trafic sont beaucoup plus élevées. L'impact ne s'est pas fait attendre. Ainsi, Stokes *et al*. (1992) ont signalé à la UK Countryside Commission que les tendances actuelles et les prévisions du Ministère des Transports impliquaient des taux de croissance du trafic en rase campagne de peut-être 300 ou 400 pour cent au cours des 30 prochaines années. La Commission (dans une réponse incluse dans le même document) a conclu que :

> *"... la demande de trafic routier devrait être gérée de telle façon qu'elle soit compatible avec la conservation des ressources fondamentales des zones rurales ... les zones rurales ne peuvent ni accepter ni s'accommoder de la croissance prévue du trafic routier".*

Le dégagement d'un nouveau consensus dans les villes et l'amorce d'un consensus à la campagne sur l'impossibilité de faire face à la croissance de trafic prévue ont été qualifiés (Goodwin, 1994) de "phase 1 du nouveau réalisme".

Mais toutes ces considérations n'ont guère affecté le réseau routier national, objet de la plus grande controverse, aucun signe de consensus ou mécanisme susceptible de favoriser un tel consensus ne se manifestant. A l'automne 1994, sont apparus des signes annonciateurs d'une nouvelle étape dans la discussion, à savoir la phase 2 du nouveau réalisme.

Tout au long du début des années 90, une opposition de plus en plus forte aux projets d'aménagement routiers s'est manifestée au sein d'une alliance, peu habituelle, entre ceux qui avaient une propriété à défendre et ceux qui ne possédaient pratiquement rien, alliance renforcée par l'opposition technique de certaines autorités locales. S'il est vrai que la motivation poussant à participer à des manifestations semble plus personnelle que technique, il n'en demeure pas moins qu'il existait un argument technique sous-jacent bien réel. Les opposants aux différents projets ont fait valoir que la croissance du trafic ne serait pas si élevée s'il y avait de meilleurs itinéraires alternatifs, qu'il était erroné d'évaluer

un projet d'aménagement routier à un moment donné, en l'isolant de tous les autres projets concernant cette même route, et que la capacité accrue de la route principale engendrerait plus de trafic sur les routes locales -- non extensibles -- que celles-ci ne pourraient en absorber. Ces griefs, bien que souvent intuitifs, correspondaient aux résultats d'un ensemble de recherches académiques et de jugements professionnels de plus en plus respectables.

De plus, au cours de l'été 1994, un argument nouveau, décisif, est apparu d'une source inattendue. Il s'agissait du rapport publié par la British Road Federation CEBR (1994), mentionné plus haut comme élément de preuve supplémentaire, certes modeste mais néanmoins pertinent, du trafic induit. Ce document, par les conséquences qu'il a eues, rappelle que non seulement les politiques, mais aussi les rapports de recherche peuvent avoir des effets inattendus.

Dans ce rapport donc, les auteurs ont tenté d'évaluer ce qui se passerait avec le programme alors en cours de routes principales, doté de 2 milliards de livres par an, et ce qui se passerait si ce programme était réduit ou accru, l'augmentation retenue étant de 50 pour cent dans le cas d'espèce, soit un programme de 3 milliards de livres par an, d'ici à 2010.

Les résultats, bien que sensibles à certaines hypothèses de modélisation discutables, semblent solidement assis. Ils laissent entendre qu'avec le programme actuel de routes principales, la congestion sur le réseau principal, loin d'aller en s'améliorant, ne fera qu'empirer chaque année. Et "*même si l'on dépensait 3 milliards de livres par an*", ce qui ralentirait le rythme de détérioration, la congestion continuerait de s'aggraver chaque année. Ceci semblait confirmer ce que beaucoup commençaient à suspecter, mais qui n'avait pas encore été pris en compte dans le consensus naissant : aucun programme réaliste de routes principales ne peut faire face à la croissance de trafic prévue, si les tendances actuelles se maintiennent. Le rapport semblait donc démontrer, presque accidentellement, que le déséquilibre accepté en milieu urbain entre demande potentielle et réponse possible, était également vrai pour les routes principales.

Cette idée a commencé à exercer un effet traumatisant sur la politique des transports, en raison, mais pas essentiellement, de la révélation de l'existence d'un trafic induit. L'idée politique sous-jacente jusque-là était que l'on pouvait raisonnablement demander aux gens d'accepter quelques sacrifices personnels ou une perte environnementale dès lors que leur existence en était améliorée globalement. Or, au train où allaient les choses et compte tenu du programme

alors en oeuvre, il devenait évident que les choses n'iraient pas mieux. Le sacrifice ne ferait, au mieux, que ralentir le rythme de détérioration de la situation.

Par conséquent, sur les routes principales et sur les autoroutes, comme dans les villes, force a été d'admettre que l'offre de capacité routière ne peut croître parallèlement à la demande. La demande devra donc être modérée en fonction de l'offre sur les routes principales également, et pas seulement dans les centres-villes. C'est là une autre version, en plus appuyée, de la discussion relative aux "conséquences non voulues", mais se présentant sous une forme quelque peu différente. En l'occurrence, le problème était la mise en cause de l'hypothèse fondamentale selon laquelle la **stratégie** de construction routière était capable de suivre le rythme de croissance du trafic.

Dans ce contexte politique, certaines capacités nouvelles peuvent être fournies, mais selon des critères différents. Il n'est pas possible de concevoir une nouvelle route tant que n'a pas été déterminée la charge de trafic pour laquelle elle est construite, ce qui implique un choix politique, pas une prévision. Les autorités politiques doivent désormais décider si leurs ingénieurs doivent établir des plans pour satisfaire 80 pour cent, 60 pour cent ou 40 pour cent de la demande potentielle. Chacun de ces choix signifie que chaque projet d'aménagement visant à accroître la capacité doit être accompagné d'une politique complémentaire explicite de restriction du trafic afin d'assurer l'adéquation entre trafic et capacité. Sinon tous les avantages attendus de la réalisation du projet seront rapidement érodés.

Conjugué aux résultats des recherches sur le trafic induit, ce constat tend à introduire de nouvelles priorités dans le dossier de l'offre de capacité routière, telle la construction de plus petits contournements visant à dévier le trafic de transit plutôt qu'à absorber la croissance future, le tout accompagné de fermetures ou de restrictions dans les zones contournées afin que les améliorations prévues sur le plan de l'environnement soient réellement réalisées.

Il en résulterait une tendance à mettre davantage l'accent sur la qualité du réseau routier plutôt que sur la quantité. Les dépenses devraient augmenter pour ce qui est de l'entretien des routes, de la résistance du revêtement, de la qualité de la conception, de la mise en oeuvre de solutions intégrées alternatives à la construction routière, tandis que les dépenses relatives à de nouvelles capacités devraient diminuer.

Ce changement de cap, plus ou moins rapide, mais qui présente des traits relativement semblables dans l'Europe tout entière, est apparu en Grande-Bretagne progressivement au cours des années qui ont suivi la publication des prévisions de trafic routier du Ministère des Transports en 1989. En 1994, cette question était devenue politiquement très sensible, et la publication du rapport SACTRA, à la fin de 1994, a donc eu lieu dans une atmosphère très chargée. En conséquence, ce document n'a pas été accueilli comme un simple rapport technique ne présentant d'intérêt que pour une poignée de professionnels, mais comme un document public de la première importance, à telle enseigne qu'on lui accorda un intérêt "politique" allant bien au-delà de son contenu réel, ce dont attestent les comptes rendus de la presse britannique "de qualité" (tandis que ce sujet était traité de façon plus spectaculaire par les journaux populaires et plus technique par les journaux spécialisés). Notons que le rapport a été, en général, très bien accueilli tant du point de vue de son contenu que des commentaires qu'il a suscités.

Au fil des discussions précitées, de nouveaux arguments ont commencé à apparaître, changeant du même coup la nature de l'interaction entre la recherche empirique, les prévisions fondées sur celle-ci et les conclusions politiques en résultant. Deux aspects sont à souligner :

i. l'importance des prévisions révisées ;
ii. les implications quant au trafic induit.

Moins = plus

L'hypothèse longtemps soutenue était que -- dans toute la mesure possible -- l'offre de nouvelles capacités routières devait viser à fournir suffisamment d'espace pour répondre à la demande prévue. En d'autres termes, plus les prévisions de trafic étaient élevées, plus l'offre de capacité requise devait être elle-même élevée.

S'il n'est pas possible d'adapter les capacités routières aux niveaux de prévisions du trafic, le rapport entre prévisions et politique change. Les prévisions de trafic de 1989 opérèrent la transition entre prévisions auto-validées et prévisions auto-destructrices, et consacrèrent le glissement de ce que Owens (1995) appelait "prévoir et offrir" vers un nouveau paradigme "prévoir et prévenir". Ce à quoi on peut opposer l'argumentation suivante : *"Les prévisions de trafic étaient techniquement fausses de toute façon : la croissance*

du trafic a été exagérée. Le trafic réel sera inférieur aux prévisions. Par conséquent, il ***sera*** *possible de créer suffisamment de capacité pour y répondre et nous pouvons donc en revenir à la politique antérieure".*

Selon cette argumentation, une prévision plus faible pouvait justifier un programme routier plus important qu'une prévision plus forte. Certains aspects de cette approche se retrouvent dans les idées lancées par certains secteurs de l'industrie automobile, notamment par l'Organisation Internationale des Constructeurs Automobiles (OICA), dont le siège est à Paris. Streit (1995), par exemple, laisse entendre que sur les marchés développés d'Europe occidentale, le taux de motorisation et d'utilisation de la voiture est arrivé pratiquement à saturation et que les perspectives de croissance y sont faibles, mais qu'en revanche le réseau d'autoroutes et de routes rapides devrait être développé pour générer de la prospérité. En général, les prévisions concernant le taux de motorisation et d'utilisation des voitures, établies par l'industrie automobile sont en-deçà de celles établies par les Gouvernements et les milieux scientifiques, et il en résulte donc une moindre tendance à considérer comme nécessaire l'adoption de mesures restrictives pour atteindre les objectifs environnementaux.

Oui au trafic induit

On peut comprendre l'empressement des opposants aux projets d'aménagement routiers à accepter la preuve du trafic induit et la tendance de leurs partisans à rejeter cette évidence ou à en minimiser l'ampleur. Toutefois, dans le sillage des recommandations de SACTRA, un nouvel argument est apparu :

> *"Le trafic généré par de nouvelles routes devrait être accepté comme un signe de reprise de l'activité économique. Richard Diment, Directeur de la British Road Federation, a tenu une conférence à Taunton la semaine dernière ... 'Nombreux sont ceux qui, dans tous les coins du pays, aimeraient constater un certain accroissement du trafic routier, a déclaré Diment, car ce serait là un signe de reprise de l'activité économique'".* [Local Transport Today *(30 mars 1995)*].

Foster (1995) abonde dans le même sens :

"... la réponse appropriée en matière de transport ... à l'hypothèse selon laquelle il y aura trop de congestion après l'ouverture d'une route,... est de prévoir une route plus large, sous réserve d'une évaluation globale du type coûts/avantages."

L'idée commune à ces deux prises de position est qu'"il y a trop peu d'investissements, et certainement pas trop d'investissements". C'est pourquoi il faudrait étendre le programme routier et créer assez de capacité pour faire face aux niveaux de prévision du trafic **et** constituer une petite réserve de capacité pour faire face au trafic induit.

Le problème posé par ce type d'argumentation est qu'il impliquerait un programme routier plus que doublé par rapport au niveau de ces dernières années pour les seules routes principales et un effort encore plus important pour les routes locales situées à proximité des routes principales. Affirmer qu'une telle hypothèse est si éloignée de la réalité politique qu'elle ne se produira pas du tout, reviendrait à conclure qu'un pourcentage croissant du réseau routier sera proche de la saturation pendant de longues périodes de temps, soit précisément les conditions dans lesquelles un faible volume de trafic induit a le plus d'incidence sur la congestion du trafic.

6. CONCLUSION

Une stratégie de construction routière guidée par la demande ne s'intègre pas facilement dans une approche globale axée sur les transports durables. Indépendamment des effets de la construction proprement dite, deux raisons principales expliquent cette difficulté d'intégration :

a) généralement, la création de nouvelles capacités routières accroît, selon les estimations, le volume total de trafic et, partant, les dommages environnementaux qui sont proportionnels au volume de trafic ; et

b) à un niveau stratégique, la construction routière, plutôt que d'offrir des possibilités d'amélioration, a surtout pour effet d'influencer le rythme auquel tant la congestion que les dommages causés à l'environnement

par le trafic augmentent. Les conditions, dans lesquelles des projets particuliers (tels que les petits contournements mis en oeuvre parallèlement à des mesures de réduction du trafic dans les zones contournées) pourraient ne pas porter préjudice à l'environnement, dépendent fortement de la mise en oeuvre simultanée d'autres mesures relevant de la politique des transports visant à supprimer ou à contenir les effets négatifs.

L'amplitude de ces effets dépend de la mise en oeuvre d'autres politiques. Ainsi, la conduite de politiques restrictives à l'égard du trafic (ou la création de conditions analogues ne résultant pas d'une politique délibérée) conditionnera la mesure dans laquelle le trafic induit pose problème, et, à l'inverse, la matérialisation des avantages offerts par de nouvelles capacités, soit sur la route améliorée elle-même, soit sur les itinéraires alternatifs que cette nouvelle route est censée délester.

On assiste à un processus dynamique fort au niveau de l'évolution de la pensée politique résultant de cette analyse. Les idées qui sont nées dans les villes subissent des changements et sont appliquées à la campagne ou pour les autoroutes. Le rythme du changement peut être très rapide, surtout lors des grandes mutations de pensée, et l'on pourrait s'attendre alors à ce qu'il interfère avec d'autres contraintes politiques, telles les considérations budgétaires ou la tenue d'élections imminentes. En toute hypothèse, il est inutile de se demander ce qu'"est" la politique à un moment donné ; il convient plutôt de voir la politique elle-même comme un ensemble d'objectifs et de priorités qui changent de manière continue.

Il est évident que le processus de réponse individuelle à la création de nouvelles capacités s'inscrit dans le temps, des indications permettant de penser que les structures de trafic consécutives à la réalisation d'une nouvelle route sont toujours en évolution après plusieurs années.

L'argument selon lequel une politique de construction routière guidée par la demande ne porte pas atteinte à l'environnement ou constitue une politique économiquement efficace se trouve dès lors affaibli par un tel constat qui montre également que même dans les cas spécifiques où cet argument serait valable, il conviendrait de placer davantage l'accent sur les politiques d'accompagnement à mettre en oeuvre simultanément. Ainsi, d'aucuns mettent en garde qu'une politique de construction de routes en vue de délester les zones congestionnées (par exemple, dans le cas de contournements) risque d'être inopérante si elle ne s'accompagne pas d'autres mesures politiques visant à

prévenir l'augmentation du trafic dans la zone contournée. Tout porte également à croire qu'il faudra prendre en compte les réponses comportementales après 5 à 10 ans et pas seulement après la première année.

Il est donc permis de tirer les conclusions générales suivantes :

- Premièrement, l'ensemble des éléments de preuve indique assez clairement qu'un trafic supplémentaire peut être induit par l'offre de nouvelles capacités routières et que ce trafic induit peut être dû à un large éventail de réponses comportementales.

- Deuxièmement, le volume du trafic supplémentaire variera en fonction des circonstances spécifiques, de l'importance du projet, du niveau existant de congestion du trafic, des conditions géographiques et économiques et de la disponibilité d'alternatives. Dans la situation de la Grande-Bretagne, un résultat moyen pour un projet d'importance moyenne pourrait être de l'ordre de 10 pour cent à court terme et de 20 pour cent à plus long terme, avec une fourchette de 0 à 20 pour cent à court terme et de 0 à 40 pour cent à plus long terme.

- Troisièmement, le trafic supplémentaire, s'il bénéficie lui-même de certains avantages (accroissant ainsi le ratio calculé coûts/avantages de la route) érode aussi les avantages dont bénéficient d'autres usagers de la route (réduisant donc le même ratio). L'effet net dépend essentiellement du niveau existant et attendu de congestion. En raison de la nature non linéaire de la relation entre le volume et la vitesse du trafic, le trafic induit réduit la valeur globale monétaire d'un projet routier lorsque la situation est caractérisée par une plus forte congestion.

- Quatrièmement, ces effets s'exercent dans le temps, les réactions aux changements prenant plusieurs années, et davantage encore pour ce qui est de l'affectation des sols. Les recherches visant à observer les effets de nouvelles capacités routières ne peuvent aboutir à des conclusions valables si l'on ne prend en compte que les effets enregistrés au cours de la première année. Quant aux procédures d'évaluation, elles doivent se fonder sur des concepts dynamiques prenant en compte la vitesse d'ajustement, et non pas se limiter à la description d'un équilibre final.

- Cinquièmement, il n'existe pas de relation bien définie entre le constat selon lequel la construction routière accroît le volume de trafic et les conséquences politiques en résultant. Cela dépend de problèmes

stratégiques plus vastes tel le rythme de croissance du trafic dû à des facteurs autres que la capacité nouvelle. Les circonstances spécifiques qui alimentent le débat sur la politique des transports des années 90, mettent en avant l'importance des effets sur l'environnement, la nécessité de rechercher une rentabilité financière pour les fonds publics et la nécessité de s'assurer que les avantages économiques résultant de l'infrastructure ne sont pas érodés par la congestion. Aussi la reconnaissance de l'existence du trafic induit accroît-elle le doute sur l'efficacité d'une stratégie des transports fondée sur la construction de routes et souligne-t-elle davantage l'importance qu'il y a à appliquer des méthodes efficaces de gestion du trafic et de réduction de la croissance de celui-ci.

NOTE

1. En fait, le *champ* d'erreur était plus vaste dans le cas de contournements que pour la plupart des autres projets, avec un ratio prévision/trafic observé de 0.552 à 2.038, mais ces erreurs étaient plus ou moins symétriques : les prévisions étaient médiocres, mais apparemment pas biaisées.

BIBLIOGRAPHIE

Beardwood J. et Elliott J. (1986): "*Roads generate traffic*", Actes du PTRC Summer Annual Meeting.

Bressey C. et Lutyens E. (1938): "*Highway development survey 1937*", Ministère des Transports, HMSO.

Castle A. et Lawrence J. (1987): "*Leigh bypass: before and after studies*", Greater Manchester Transportation Unit.

Centre for Economics and Business Research (1994): "*Roads and jobs*", British Road Federation, Londres.

Cleary E. J. et Thomas R. E. (1973): "*The economic consequences of the Severn Bridge and its associated motorways*", Bath University Press.

Coombe D. (1996): "*Induced traffic: What do transportation models tell us?*", Transportation 23 (1).

Dargay J. M. et Goodwin P. B. (1994): "*Evaluation of consumer surplus with dynamic demand changes*", Journal of Transport Economics and Policy, XXIX (2), 179-93.

DOT, Ministère des Transports (1968): "*Advisory manual on traffic prediction for rural roads*", Londres, HMSO.

DOT, Ministère des Transports (1989): "*National road traffic forecasts (Great Britain) 1989*", HMSO, Londres.

DOT, Ministère des Transports (1994): "*Guidance on induced traffic*", HETA Division.

Downes J. D. et Emmerson P. (1983): "*Do higher speeds increase travel or save time?*", Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.

Foster C. D. (1963): "*The transport problem*", Blackie & Son, Londres.

Foster C. D. (1995): "*The dangers of nihilism in roads policy*", Henry Spurrier Memorial Lecture, Chartered Institute of Transport, mars.

Glanville W. H. et Smeed R. J. (1958): "*The basic requirements for the roads of Great Britain*", ICE Conference on the Highway Needs of Great Britain, 13-15 novembre 1957, Institution of Civil Engineers, Londres.

Goodwin P. B. (1992): "*A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes*", Journal of Transport Economics and Policy XXVI (2), mai.

Goodwin P. B. (1994): "*Traffic growth and the dynamics of sustainable transport policies*", Linacre Lecture to launch the ESRC transport research centre programme, Working Paper 811, ESRC Transport Studies Unit, Université d'Oxford.

Goodwin P. B. (1996): "*Empirical evidence on induced traffic: a review and synthesis*", Transportation 23 (1).

Gunn H. F. (1981): "*Travel budgets - a review of evidence and modelling implications*", Transportation Research 15A (1).

Halcrow Fox et Associés, Accent Marketing Research and the University of Leeds (1993): "*Review and specification of model elasticities*", Ministère des Transports.

Harris R.C.E. (1993): "*Monitoring Department of Transport traffic forecasts*", Actes du PTRC Summer Annual Meeting.

Hawthorne I. et Paulley N. J. (1991): "*Adaptive responses to congestion: literature survey*", Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.

Hills P. J. (1996): "*What is induced traffic?*", Transportation 23 (1).

Howard Humphreys et Partners (1993): "*A publication review of traffic generation studies. Evidence for Inquiry on A406 North Circular Road Popes Lane to Western Avenue Improvement*."

Judge E. J. (1983): "*Regional issues and transport infrastructure: some reflections on the Lancashire-Yorkshire Motorway*", in Transport Location and Spatial Policy par Button K. J. et Gillingwater D. (eds), Gower, Aldershot.

Kroes E., Daly A., Gunn H. et van der Hoorn T. (1996): "*The opening of the Amsterdam Ring Road: a case study on short term effects of removing a bottleneck*", Transportation 23 (1).

Luk J. et Hepburn S. (1993): "*New review of Australian travel demand elasticities*", Australian Road Research Board, Victoria.

Mackie P. J. (1996): "*Induced traffic and economic appraisal*", Transportation 23 (1).

Mogridge M. J. H., Holden D. J., Bird J. et Terzis G. C. (1987): "*The Downs/Thomson paradox and the transportation planning process*", International Journal of Transport Economics XIV (3), 283-311.

MVA Consultancy, Institute for Transport Studies de l'Université de Leeds, et Transport Studies Unit de l'Université d'Oxford (1987): "*The Value of Travel Time Savings*", Policy Journals, Newbury.

Oum T. H., Waters W. G. et Yong J. S. (1992): "*Concepts of price elasticity of transport demand and recent empirical estimates*", Journal of Transport Economics and Policy XXVI (2).

Owens S. (1995): "*From 'predict and provide' to 'predict and prevent'*?", Pricing and planning in transport policy, Transport Policy 4 (1).

Pells S. R. (1989): "*User response to new road capacity: a review of the published evidence*", Working Paper 283, Institute for Transport Studies, Université de Leeds.

Pizzigallo P. et Mayoh J. (1989): "*Manchester outer ring road Portwood to Denton, a before and after study*", Greater Manchester Transportation Unit.

Purnell S. (1985): "*The effect of strategic network changes on traffic flows*", PRA Note 4, BP 105, Greater London Council.

Road Research Laboratory (1965): "*Research on Road Traffic*", HMSO, Londres.

Royal Commission on Environmental Pollution (1994): "*Eighteenth Report: Transport and the Environment*", HMSO, Londres.

SACTRA (1994): "*Trunk roads and the generation of traffic*", HMSO, Londres.

Stokes G. (1994): "*Travel time budgets and their relevance for forecasting the future amount of travel*", European Transport Forum, PTRC, Warwick, Working Paper 802, Transport Studies Unit, Université d'Oxford.

Stokes G., Goodwin P. B. et Kenny F. (1992): "*Trends in transport and the countryside*", The Countryside Commission, Cheltenham.

Streit H. (1995): "*Disaggregate approach to individual mobility demand and the saturation hypothesis*", OICA/ECMT Workshop on long term forecasts of traffic demand, Berlin, Mai.

Virley S. (1993): "*The effect of fuel price increases on road transport CO_2 emissions*", Transport Policy Unit, Ministère des Transports, Londres.

Williams I. et Lawlor C. (1992): "*Growth of traffic on motorways and other trunk roads*", Rapport de Marcial Echenique & Partners pour le TRRL.

Younes B. (1990): "*The operational environmental and economic impacts of the Rochester Way relief road*", PhD thèse, Imperial College, Londres.

AUTRES COMMUNICATIONS

Lors de la Table Ronde, plusieurs participants ont remis des contributions écrites décrivant la situation de leurs pays respectifs. Ces contributions sont reproduites ci-après à titre d'informations complémentaires.

ALLEMAGNE U. Blum 241

FRANCE M. Houée et C. Calzada 246

FRANCE D. Le Maire 258

FRANCE O. Morellet 265

SUÈDE G. Tegnér 271

ALLEMAGNE

Ulrich BLUM
Technische Universität Dresden
Fakultät Wirtschaftswissenschaften
Dresde

LE TRAFIC INDUIT -- UN NOUVEL ÉNONCÉ

(1) Les transports sont une activité qui répond à une demande émanant d'autres marchés. L'utilité des services de transport et la rente du consommateur de ces services (RCT) sont liées aux marchés des produits primaires. La rente du consommateur de transport est identique à la somme de la rente du consommateur et de la rente du producteur en situation d'équilibre concurrentiel. En cas d'imperfection du marché, la RCT sera inférieure à la somme des rentes provenant des marchés primaires, dans la mesure où ceux qui profiteront de ces imperfections en extrairont des parties sous forme de rente (Blum, 1997 ; Jara-Diaz, 1986).

(2) Les transports constituent par conséquent un intrant intermédiaire pour les entreprises ou un bien de consommation intermédiaire pour les ménages, ou encore l'une des nombreuses caractéristiques des produits. De la même façon que la production définit les volumes de transport, l'infrastructure des transports considérée comme l'offre potentielle peut être liée au potentiel de production (Blum, 1982).

(3) Dans cette optique, les transports sont un volume (mesuré en véhicules ou véhicules-kilomètres ; personnes ou personnes-kilomètres, tonnes ou tonnes-kilomètres) selon un prix en nature. Le produit des deux donne le chiffre d'affaires ou, en termes économiques plus précis, le total des coûts de transaction.

(4) Les prix constituent un déterminant important du niveau de la demande de transport. De façon plus générale, le volume de transport dépend d'un éventail de paramètres (les prix -- par exemple, les coûts généraux) qui évaluent les distances du point de vue géographique (notamment topographique), du point de vue des différences linguistiques, juridiques et

autres. Dans la mesure où le simple prix du transport est fonction des différences de prix entre les marchés primaires, ces paramètres des transports sont eux-mêmes tributaires de paramètres sous-jacents propres aux marchés primaires, c'est-à-dire des différences de préférence, de langue, etc. (Blum, Leibbrand, 1995 ; Gaudry, Blum, McCallum, 1996).

(5) Le trafic induit correspond au volume total de transport attribuable aux mouvements des variables prix, activité ou performance, qui influencent la demande et l'offre de transport. On ne peut raisonnablement le dériver que de la relation du marché des transports (secondaire) avec les marchés sous-jacents (primaires).

(6) Cependant, tous les mouvements des variables prix, activité ou performance (qu'ils soient positifs ou négatifs) n'engendrent pas de transport induit. Si on ne peut définir le nouveau trafic qu'en fonction d'une séparation des marchés [selon les modes (route et rail), selon les motifs (travail ou loisirs), selon les structures d'entreprise (à l'intérieur de l'entreprise ou à l'extérieur), selon la liaison], on ne saurait le considérer comme trafic induit s'il se neutralise totalement.

(7) L'identification du trafic induit est tautologique si elle découle d'un système axiomatique qui part de l'hypothèse que les budgets temps de déplacement sont constants, autrement dit que s'il n'existe qu'un seul marché des transports, les élasticités-prix globales doivent être de - 1 (le temps a un prix). Dans un marché multimodal, cela exerce des contraintes sur les élasticités-prix directes et croisées (Varian, 1992).

Le concept de budget temps de déplacement constant peut également être remis en cause pour plusieurs raisons :

- Les élasticités-prix obtenues au moyen de modèles de la demande fondés sur des données chronologiques sont bien loin de - 1 et sont plutôt de l'ordre de - 0.3 (Blum, Foos, Gaudry, 1988). Dans les études fondées sur des données transversales, ces élasticités se situent entre - 1.5 à - 2.5 (Blum, 1996).

- Il n'est pas possible d'établir systématiquement une relation entre les variations des budgets temps individuels et celles du budget temps total d'un groupe en raison de la non-linéarité de l'agrégation. Dans l'exemple donné ci-dessous, les temps de déplacement de deux personnes sur un trajet donné sont déplacés de la période t à la

période t + 1. Dans le premier cas, le temps de déplacement augmente d'un facteur de 1.25, tandis que dans le second il diminue d'un facteur de 1.6. Les deux personnes maintiennent leur budget temps de déplacement de 50 et 80 respectivement en raison d'une élasticité de - 1. Le budget temps de déplacement total n'a cependant pas augmenté. Nous concluons de ce petit exemple que le concept de budgets temps de déplacement global (ainsi que les moyennes qui en découlent) manquent de rigueur mathématique.

	Période t		Période t + 1	
	Nombre de déplaclements	Temps de déplacement	Nombre de déplacements	Temps de déplacement
Personne 1	5	10	4	12.5
Personne 2	10	8	16	5
Nombre de déplacements, temps moyen de déplacement	15	9	20	8.75
Budget temps total	135		175	

- Ce concept part de l'hypothèse que le temps n'est pas interchangeable avec d'autres biens, ce qui entre en contradiction avec les résultats empiriques qui démontrent dans quelle mesure les **valeurs de temps** varient selon les modes (Gaudry, Mandel, Rothengatter, 1993).

- En outre, ce concept suppose l'indépendance du marché des transports par rapport aux marchés des autres produits, ce qui est radicalement en contradiction avec la notion de demande dérivée.

(8) En fait, le trafic induit se présente sous deux formes : (Blum, 1997)

- si le système économique, et par conséquent le système de transport sont connus, on peut formuler des attentes rationnelles quant aux effets d'une impulsion sur le système. En conséquence, la variation du volume de transport peut être prévue dans le modèle "exact" de l'économie (ou dans son approximation mathématique) et sera, de façon déterministe ou stochastique, prise en compte dans les prix.

- si les effets de l'impulsion ne peuvent être prévus, par ignorance (au sens économique du terme, il suffit que les marchés ne soient pas complets, c'est-à-dire qu'il manque de l'information sur certains marchés futurs), les agents économiques ne seront pas en mesure de les devancer. Par conséquent, les variations futures respectives ne seront pas prises en compte dans le système actuel des prix et constitueront une externalité. Dans la mesure où les incidences sur l'économie, surtout sur le système des transports, entraînent un réaménagement spontané de l'économie qui induit ce type d'externalités, cela se reflétera dans le trafic induit.

On peut prendre en compte la première forme au moyen de modèles, la seconde peut-être au moyen de simulations.

RÉFÉRENCES

Blum, U. (1982), *Effects of Transportation Investments on Regional Growth: a Theoretical and Empirical Investigation*, Papers of the Regional Science Association 49, 169-184.

Blum, U. (1997), *External Benefits of Transport - A Spatial View*, in: Measuring the Full Costs and Benefits of Transportation, forthcoming in Springer, Heidelberg - New York.

Blum U. ; M. Gaudry ; Foos, G. (1988), *Aggregate Times Series Gasoline Demand Models: Review of Literature and New Evidence for West Germany*. Transportation Research A 22, 75-88.

Blum, U. ; Leibbrand, F. (1995), *A Typology of Barriers Applied to Business Trip Data*, in: European Transport and Communication Networks, Banister, D., Capello u. R., Nijkamp, P. (Hrsg.), Pion, Londres, S. 175-188.

Gaudry, M. ; Blum, U. ; McCallum, J. (1996), *First Gross Measure of Unexploited Single Market Integration Potential*, in: Europe's Changes - Economic Efficiency and Social Solidarity, Sabine Urban ed., Gabler, Wiesbaden, 449-460.

Gaudry, M. ; Mandel, B. ; Rothengatter, W. (1993), *A Disaggregate Box-Cox Logit Mode Choice Model of Intercity Passenger Travel in Germany and its Implications for High-Speed Rail and Demand Forecasts*, CRT 844L.

Jara-Diaz, S. (1986), *On the Relations Between User' benefits and the Economics of Transportation Activities*, Journal of Regional Science, Vol. 26, No. 2, 379-391.

Varian, H. (1992), Microeconomic Analysis, W. W. Norton Co.

FRANCE

Michel HOUÉE et Christian CALZADA
Ministère de l'Équipement, du Logement
des Transports et du Tourisme
Paris

IMPACT DU TGV NORD-EUROPÉEN SUR LA MOBILITÉ[1]

INTRODUCTION

Afin de saisir l'impact de la mise en place du TGV Nord-Européen sur la mobilité, le choix a été fait de recourir à un panel à l'issue d'un séminaire international réunissant les parties prenantes majeures des cinq pays concernés (cf. Notes de synthèse de l'OEST, n°55 de décembre 1991). La note qui suit apporte un premier éclairage sur la méthode employée et sur les résultats. Ces derniers mettent notamment en évidence un impact du TGV fortement contrasté en fonction de la zone de résidence (plus important en Nord-Pas-de-Calais qu'en Île-de-France) et du motif (avec une sensibilité particulière du domicile-travail).

1. LE PANEL

En septembre 1993, la ligne TGV Paris-Lille était ouverte, mise en service qui s'est effectuée en deux étapes : ouverture de la ligne Paris-Arras en mai 1993 et prolongement de celle-ci jusqu'à Lille fin septembre 1993. C'était le début de la mise en place du réseau TGV Nord-Européen, qui devrait relier Bruxelles, Amsterdam, Cologne, Londres et Paris à l'aube du troisième millénaire. C'est dans ce contexte que se situe l'étude d'impact du réseau TGV, dont les objectifs généraux sont :

- améliorer la connaissance des comportements de mobilité sous l'effet d'une grande réalisation d'infrastructure pour l'ensemble des motifs de déplacements (privés aussi bien que professionnels) ;
- renforcer l'approche multimodale de l'impact sur la mobilité de façon à progresser dans la mise en évidence des effets de transfert (notamment route-rail), d'induction (provient-elle de nouveaux voyageurs ou d'un surcroît de déplacements des anciens ?) et de combinaison de modes (interface TGV/transport aérien notamment) ;
- mettre si possible en évidence, au delà de l'impact de la grande vitesse, les effet splus spécifiques liés au TGV Nord-Européen et relatifs à "l'effet frontière", à l'émergence d'un "effet réseau" propre à la grande vitesse et à la suppression des ruptures pénalisantes de la chaîne de déplacement.

Cette étude nécessitait la mise en place d'un dispositif de collecte de données homogènes très spécifique. Un panel a été conçu (voir schéma général) pour suivre les modifications de la mobilité concernant le corridor Nord-Européen en relation avec les différentes étapes de mise en place du TGV. Sa mise en oeuvre, faute d'avoir pu réusir l'extension internationale souhaitée, est effective dans les deux régions françaises Île-de-France et Nord-Pas-de-Calais depuis octobre 1992.

L'analyse qui suit a été effectuée en considérant les deux premières années du panel pour lesquelles les résultats sont disponibles comme la succession de deux enquêtes indépendantes en coupe instantanée, autrement dit en travaillant sur deux échantillons indépendants se rapportant respectivement aux années avant et après, pondérés séparément et extrapolés à 10 000 ménages.

2. UNE CROISSANCE MOYENNE DES FLUX DE 4.6 POUR CENT MAIS CONTRASTÉE

On observe une croissance des déplacements due essentiellement à ceux ayant pour origine le Nord-Pas-de-Calais (NPC) (+ 10 pour cent), zone déjà nettement plus émettrice que l'Île-de-France (IDF) avant la mise en place du TGV; elle masque une très légère régression pour l'IDF (- 1 pour cent) (cf. Tableau 1).

Tableau 1. **Trafic corridor par flux en nombre de déplacements (échantillons indépendants) Contributions* en pour cent à la croissance entre les années avant-après par zone de résidence**

Zone de résidence	IDF %	NPC %	Toutes Zones %
Total des flux émis corridor	- 0.9	10.4	4.6
Fer	- 2.8	7.9	2.5
professionnel classique	- 1.8	0.9	- 0.5
domicile-travail-études	1.3	6.6	3.9
privé	- 2.4	0.5	- 0.9
Route	1.7	2.5	2.1
professionnel classique	1.0	1.0	1.0
domicile-travail-études	1.4	4.6	3.0
privé	- 0.8	- 3.2	1.9
Avion	0.2	ns	ns
professionnel classique	0.7	ns	ns
domicile-travail-études	- 0.1	ns	ns
privé	- 0.4	ns	ns

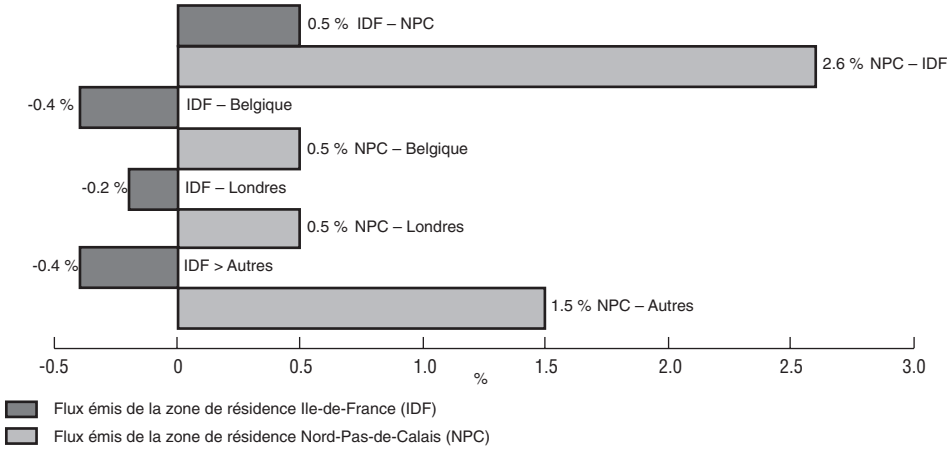
ns = non significatif.

* Taux de croissance spécifique de la composante à la croissance de l'agrégat en t, pondéré par la part de cette composante dans l'agrégat en t - 1.

La part du trafic fer corridor[2] émis parle NPC croît de + 30 pour cent en raison notamment de l'augmentation importante de la part des déplacements pour motif domicile/travail-études (+ 43 pour cent), provenant de l'augmentation sensible de la fréquence de déplacements d'un faible nombre d'usagers. On assiste parallèlement à une baisse des déplacements privés, quelle que soit la zone d'émission.

En termes de répartition du trafic corridor par origine/destination (Graphique 1), la croissance la plus sensible en nombre de déplacements individus[2] est apportée par les flux émis par le NPC à destination de l'IDF (effet maximal de l'offre, + 8.5 pour cent). Le doublement du flux NPC/Londres, d'importance bien moindre, est quant à lui imputable à l'anticipation de l'ouverture du Tunnel par les compagnies de ferries qui ont engagé dès 1994 une offensive tarifaire.

Graphique 1. **Contributions en pourcentage à la croissance des flux corridor par zone d'origine-destination (sur 100 déplacements individus)**



3. UNE AUGMENTATION EN MOYENNE DE 5 POUR CENT DU TRAFIC SUR L'AXE IDF/NPC

Si l'on s'intéresse maintenant au seul axe[2] IDF/NPC, les déplacements augmentent de 5 pour cent toutes zones d'émission confondues avec une croissance nettement plus élevée pour les déplacements issus du NPC (+ 8.5 pour cent).

La consommation ferroviaire intensive du NPC croît fortement avec l'apparition du TGV (+ 34 pour cent) et s'accompagne d'une certaine baisse du trafic route (- 8 pour cent). Là encore, les déplacements individus pour motif domicile/travail-études augmentent fortement notamment en NPC (+ 31 pour cent, augmentation qui profite essentiellement au fer), le professionnel au sens strict augmentant seulement dans le NPC (+ 1 0 pour cent).

4. STABILITÉ DU TAUX DE MÉNAGES MOBILES

A l'intérieur d'une grande stabilité du taux de ménages mobiles[2] corridor (33 pour cent) et IDF/NPC (22.5 pour cent), le nombre de ménages mobiles fer de NPC augmente légèrement (+ 1.5 points).

L'augmentation du trafic issu du NPC provient donc de l'augmentation sensible de la fréquence fer des déplacements des mobiles NPC (Tableau 2).

Tableau 2. **Nombre moyen de déplacements (selon la zone de résidence de l'axe)**

	Par ménage		Par ménage mobile	
	1992-1993	1993-1994	1992-1993	1993-1994
	CORRIDOR			
Total	**4.2**	**4.4**	**12.8**	**13.2**
Résidents IDF	2.8	2.8	10.3	10
Résidents NPC	8.5	9.3	16.9	18.4
	Axe IDF/NPC			
Total	**2.6**	**2.7**	**11.7**	**12.3**
Résidents IDF	1.8	1.8	10.7	10.9
Résidents NPC	5.2	5.6	13.1	14.1
Fer (Résidents IDF)	0.5	0.5		
Route (Résidents IDF)	1.3	1.3		
Fer (Résidents NPC)	2	2.8		
Route (Résidents NPC)	3.1	3.9		

5. DISPARITÉS DES ÉVOLUTIONS DE MOBILITÉ SELON LES CLIENTÈLES DES MODES SUR L'AXE

C'est sur la clientèle fer que les modifications en termes de mobilité sont les plus fortes. La part des cadres et professions libérales, qui constituaient le gros bataillon des voyageurs trains augmente d'une année sur l'autre (42 pour cent à 47 pour cent pour l'IDF, 24 pour cent à 32 pour cent pour le NPC). La part des personnes âgées de 35 à 44 ans diminue.

Sur la route, le seul phénomène sensible est l'augmentation de la part prise par la classe d'âge 15-24 ans, particulièrement chez les résidents du NPC.

Enfin, c'est parmi les groupes de deux personnes que la sensibilité à l'offre de transport par train est la plus grande.

La part des exclusifs avion de l'IDF progresse au détriment des modes concurrents. Pour les ménages du NPC, la diminution des exclusifs route est compensée par celle des exclusifs fer (Tableau 3).

Tableau 3. **Évolution du partage modal sur le corridor (en pour cent)**

	résidents IDF		résidents NPC	
	1992-1993	1993-1994	1992-1993	1993-1994
Monomodaux				
Exclusifs Avion	9.5	12.0	0.0	0.0
Exclusifs Fer	17.0	16.0	10.5	13.5
Exclusifs Route	47.5	47.0	67.0	65.0
Bimodaux				
Avion + Fer	3.0	3.0	0.0	0.0
Avion + Route	6.0	6.0	0.0	0.0
Fer+ Route	14.0	12.0	22.0	21.0
Trimodaux	3.0	4.0	0.5	0.5

sur une base pondérée:
pour IDF: de 2 030 ménages (1992-1993)/1 225 ménages (1993-1994)
pour NPC: de 2 080 ménages (1992-1993)/1 230 ménages (1993- 1994)

5.1. Méthodologie du panel

5.1.1. Les étapes préalables constitutives du panel

L'unité statistique retenue est le ménage. Trois enquêtes initiales ont permis de mettre en place le panel considéré (voir schéma) :

- une enquête téléphonique de référence principale ;
- une enquête téléphonique de référence complémentaire (ERC) ;
- des enquêtes complémentaires en points d'embarquement (gares, aéroports).

5.1.2. L'enquête de référence principale constitue le support de base pour constituer le panel (10 000 ménages)

Elle a pour objectifs de :

- donner un cadre général de la mobilité des ménages, représentatif en volume et en structure du marché des déplacements à longue distance sur l'axe Nord-Européen, par zone de destination et par catégorie de population (le panel a été constitué puis géré et contrôlé sur la base de cette enquête) ;
- réaliser une segmentation explicative de la mobilité (et présentant une assez grande stabilité dans ses modalités) qui servira à maintenir représentatif dans le temps l'échantillon panel ;
- créer un vivier pour le recrutement des panélistes.

5.1.3. L'enquête filtre ERC 600 interviews téléphoniques

Elle sert à sélectionner des ménages mobiles spécifiquement en IDF sur le corridor en vue de renforcer leur proportion dans le panel.

5.1.4. Les enquêtes aux points d'embarquement

Il s'agit ici de :

- repérer des ménages fortement mobiles par mode collectif, rares dans la population générale, afin d'assurer leur représentation au sein du panel ;
- évaluer le taux de non-résidents parmi les voyageurs au sein du corridor.

5.1.5. Le panel

L'univers de référence est celui des ménages résidant en IDF et dans le NPC et dont le chef de famille est âgé de moins de 75 ans. L'enquête mesure les flux émis par les résidents des deux zones françaises et uniquement de ces zones.

La période d'observation du panel est découpée en vagues annuelles, la première vague couvrant la période d'octobre 1992 à septembre 1993.

L'objectif est d'effectuer des analyses sur un échantillon constant le plus important possible, ce qui est essentiel pour mettre en évidence les modifications de comportements de mobilité. Il s'agissait dès lors de conserver le plus grand nombre possible de panélistes recrutés au début de la période d'observation, afin de permettre une meilleure observation des modifications de comportement.

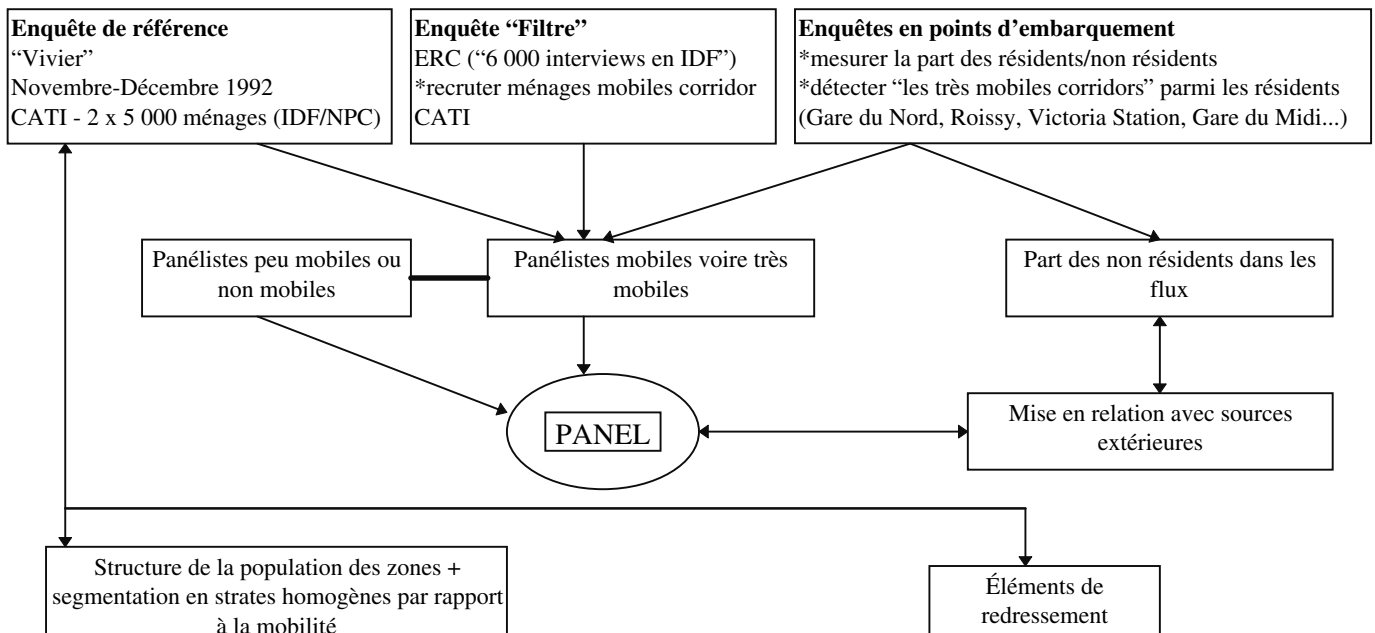
L'enquête de référence ne suffisait pas à fournir tout le vivier de gens mobiles nécessaires à la constitution du panel selon la stratification optimale définie. L'enquête complémentaire et celle aux points d'embarquement ont constitué les deux autres sources de recrutement des panélistes mobiles.

Le dimensionnement et l'origine du recrutement (c'est-à-dire le nombre de panélistes recrutés à partir de chacune des trois enquêtes en fonction de la strate de mobilité) sont définis en fonction :

- des calculs de répartition optimale de l'échantillon : les strates de mobiles sur le corridor sont sur-représentées, ce qui permet, à taille de l'échantillon donnée, d'avoir une précision accrue ;
- des résultats de l'enquête de référence en termes de mobilité sur le corridor et de mobilité totale.

Fréquence d'interrogation et mode de recueil : à la fin de chaque trimestre et par questionnaire postal (pour les ménages mobiles) ; semestrielle, par interview téléphonique (pour les ménages non mobiles).

Schéma général



NOTES

1. Les résultats présentés sont tirés des premiers rapports d'analyse établis par SOFRES, Institut de sondage qui a en charge la gestion du panel. La présente note de synthèse traite des aspects généraux de la mobilité suivant une approche en coupe instantanée ; une prochaine note de synthèse s'attachera à l'analyse des comportements de mobilité à partir du panel constant.
   Cette opération a bénéficié du concours des trois modes concernés, à travers les administrations de tutelle (DTT, DR, DGAC), et les opérateurs (SNCF, USAP, AdP), ainsi que de celui du SES, de la DRAST, de l'INRETS, du STP, du Secrétariat Général au Tunnel sous la Manche et de la Commission des Communautés Européennes.

2. Consulter la terminologie en fin d'article.

TERMINOLOGIE

- Par **corridor** : on entend l'ensemble des origines-destinations possibles entre deux zones géographiques considérées comme constitutives de la notion même de corridor TGV Nord-Européen, à savoir : Londres et sa région, la Belgique, les Pays-Bas, la région de Bonn, Cologne, Düsseldorf, Essen en Allemagne, le Nord-Pas-de-Calais, l'Île-de-France.

- Par **axe** : on entend la liaison entre deux zones constitutives du corridor TGV Nord-Européen : par exemple, l'axe Île-de-France/Nord-Pas-de-Calais, souvent désigné comme l'axe IDF/NPC.

- **Déplacement individu** : mouvement d'un individu du ménage d'un point d'origine à un point de destination pour un motif spécifique.

- **Déplacement ménage** : mouvement effectué par un groupe composé de tout ou partie des membres du ménage d'un point d'origine à un point de destination pour un motif spécifique (à un déplacement ménage peuvent donc correspondre un ou plusieurs déplacements individus).

- **Ménage mobile** (dans le corridor) : un ménage est considéré comme mobile (dans le corridor) dès l'instant où au moins une personne du ménage a voyagé (dans le corridor) au cours des douze mois (ou du trimestre selon le cas) précédents.

- **Mobilité corridor totale** : la mobilité corridor totale d'un ménage habitant dan l'une des zones est égale au nombre total de déplacements ménages (ou voyages-ménages selon le cas) déclarés sur l'année (ou sur le trimestre) vers les autres destinations du corridor, quel que soit le motif.

- **Mobilité corridor professionnelle** (privée respectivement) : mobilité corridor mais pour les déplacements (ou voyages) pour motif professionnel (privé respectivement) uniquement.

RÉFÉRENCES

"Suivi du TGV-Nord Européen, C'est parti !", M. Houée, P. Salini, Notes de synthèse de l'OEST, n° 55 -- décembre 1991.

"Studying the impact of the north-european high speed train on mobility behaviour : an original methodological approach", J.F. Lefol, V. Salvy (Sofrès France), M. Houée (METT France) -- PTRC proceedings of seminar A, Pan-European transport issues, pp. 101-112, 12-16/09/1994.

"Évaluation de l'impact du TGV Nord-Européen sur la mobilité, étude France 1992-1996, les déplacements des résidants de l'Ile-de-France et du Nord-Pas-de-Calais au sein du corridor TGV Nord-Européen, Comparaison avant-après mise en place du TGV Paris-Lille (Année 1-Année 2)", novembre 1995, Sofrès.

FRANCE

Daniel LE MAIRE
Transportation Adviser
Eurotunnel

LE TRAFIC INDUIT PAR LE TUNNEL SOUS LA MANCHE : PREMIERS RÉSULTATS

1. Introduction

Depuis décembre 1994, les services de trains voyageurs EUROSTAR et de navettes touristes pour les voitures particulières accompagnées sont exploités commercialement. Le suivi d'exploitation a permis de mettre en évidence un trafic induit. Avant la mise en exploitation, les prévisions effectuées avaient permis d'estimer ces trafics supplémentaires générés par le lien fixe. La présente note résume ces premiers résultats.

2. Prévision du trafic induit

Elle a été effectuée au fil des ans en deux étapes. Tout d'abord, on a eu recours à des modèles économiques traditionnels de prévision des flux détournés pour le calcul des trafics induits par les prix. Les valeurs d'élasticité aux prix de la traversée de la Manche, estimées à partir d'enquêtes de préférence déclarées pour les divers segments de marché, et les valeurs d'élasticité aux prix des modèles prix-temps ajustés sur les séries historiques ont permis de calculer, dans divers scénarios d'évolution des prix Transmanche, le trafic induit pour les services de passagers. Dans un second temps, une estimation séparée du trafic créé a tenu compte d'autres effets que ceux du prix en particulier :

* attributs des services le Shuttle ou Eurostar ;
* modification d'utilisation du sol de part et d'autre de la Manche ;
* génération liée au centre Eurodisney ;

* modifications de l'*hinterland* du tunnel (aéroport Charles de Gaulle) ;
* politique de marketing de la société.

Le trafic induit résultant de ces prévisions est présenté ci-après (Tableau 1).

Tableau 1. **Eurotunnel - trafic induit total en pour cent du total**

Prévision établie en décembre 1995	1996	2003
Passagers en voiture	11 %	9 %
en autocar	19 %	13 %
en Eurostar	18 %	19 %

L'effet de curiosité n'a pas été pris en compte dans les prévisions ; de plus le trafic induit calculé et estimé ne tient pas compte d'un effet de redistribution, c'est-à-dire des modifications des flux dont la structure est basée sur l'enquête de 1991 (en cours d'actualisation avec les enquêtes O-D de 1996) ayant servi au calage des modèles.

3. Catégories de trafic de passagers induit

Avec l'expérience de près de deux ans d'exploitation du service Le Shuttle et d'Eurostar, les 3 catégories de trafic induit pris en compte dans la stratégie commerciale sont les suivantes :

* l'augmentation des <u>fréquences</u> de déplacement Transmanche par ceux qui traversent la Manche, en particulier en utilisant les services du tunnel ;
* de nouvelles traversées par le tunnel se <u>substituant</u> à des déplacements effectués du même côté de la Manche et donc ne nécessitant pas de traversée ;
* un trafic <u>créé</u> proprement dit, c'est-à-dire de nouveaux déplacements générés par des personnes qui n'auraient pas voyagé du tout si le Shuttle ou Eurostar n'avait pas été en service.

Ce trafic est induit soit par l'offre du Shuttle ou de l'Eurostar, soit par les activités rendues plus accessibles par ces nouveaux services. Par extension, la mesure de l'amélioration de l'accessibilité à des activités existantes et nouvelles permet de tenter d'expliquer ce phénomène. Le Tableau ci-après résume la relation entre accessibilité et catégories de trafic induit.

Tableau 2. **Catégorie de trafic induit et accessibilité**

Attributs d'accessibilité	Augmentation de fréquence	Effet de redistribution	Trafic créé
Temps/Prix	X	X	X
Autres (fréquences, confort, etc;)	X	X	X
Attractivité des activités actuelles	X	X	X
Attractivité de nouvelles activités	-	X	X
Curiosité/Nouveauté	X	X	-

L'analyse du phénomène est rendue particulièrement difficile car l'introduction des services s'est accompagnée de modifications structurelles de la demande Transmanche qu'il convient de rappeler (Tableau 3) :

* le développement "artificiel" des traversées dont la motivation n'est pas le transport mais l'achat des produits détaxés (excursionnistes) ;
* les modifications de répartition des flux avec une concentration accrue sur la route la plus courte : Douvres/Folkestone - Calais ;
* la montée en charge (pénétration du marché) progressive des services qui permet difficilement d'isoler l'induction par rapport au détournement de trafic de la concurrence.

Tableau 3. **Évolution du trafic transmanche**

	Accroissement du marché (% par an)		Concentration du marché sur DOCA* (%)		Part de marché du Shuttle sur DOCA* (%)	
	Voitures	Autocars	Voitures	Autocars	Voitures	Autocars
1993/1990	7.5	7.1	-	-	-	-
1994	6.9	7.3	57	76	-	-
1995**	16.0	10.3	61	79	28	13
1996***	9.9	10.7	67	83	42	30

* DOCA = Douvres/Folkestone - Calais
** 1ère année pleine d'exploitation pour les voitures
*** de janvier à septembre 1996 - 1ère année pleine d'exploitation pour les autocars

Par ailleurs, les services Le Shuttle et Eurostar enregistrent un trafic créé par la nouveauté, les motifs sous-jacents étant la curiosité, l'effet de mode ou l'expérience obligatoire des voyageurs non-européens au cours de leur voyage en Europe. Cet effet a fait l'objet d'une analyse pour le Shuttle et quelques indications sont disponibles pour Eurostar.

4. Les enquêtes de suivi

Les enquêtes de suivi effectuées par Eurotunnel ont porté sur la clientèle des automobilistes. Depuis l'ouverture du service des questionnaires sont distribués aux voyageurs qui répondent pendant leur voyage à bord du Shuttle ; parmi ceux-ci un recrutement ultérieur est réalisé pour une enquête téléphonique spécifique portant sur les comportements de détournement et d'induction.

Trois vagues d'enquêtes ont été effectuées :

(i) août-septembre 1995 : première période estivale d'exploitation.
(ii) octobre 1995 - mars 1996 : période creuse mais de rapide montée en charge
(iii) juin - septembre 1996 : seconde période estivale de pleine exploitation

L'enquête téléphonique permet d'identifier les nouveaux déplacements et de distinguer ceux liés à la curiosité (nouveauté) de ceux qui couvrent les autres attributs mentionnés au Tableau 2 . L'analyse porte sur une segmentation de la clientèle britannique et se focalise sur la clientèle française après l'essai de la première vague qui concernait l'ensemble des clients continentaux.

Les résultats présentés au Tableau 4 font apparaître un effet de curiosité très marqué chez les britanniques en début d'exploitation diminuant de façon notable le second été d'exploitation (excursionniste et standard) et ayant disparu pour les courts séjours. La clientèle française moins portée sur les excursions (retour dans la journée) semble au contraire développer sa curiosité.

Les proportions de trafic créé, autre que celui lié à la curiosité, sont plus faibles pour les français que pour les britanniques. Le cas particulier des excursionnistes britanniques doit être noté, car ce trafic enregistre la plus forte proportion passant de 30 à 40 pour cent de l'été 1995 à l'été 1996.

Deux causes imbriquées interviennent pour expliquer cet effet : les offres promotionnelles portant sur les achats hors taxes et les réductions de tarifs dues à une guerre des prix entre le Shuttle et ses concurrents maritimes.

En utilisant la dernière enquête disponible, on peut estimer que le trafic induit (hors effet curiosité) représente 18 pour cent du trafic des britanniques du Shuttle et seulement 10 pour cent de la clientèle française. On constate donc que les résultats obtenus par enquêtes sont supérieurs aux prévisions.

Il en est de même pour Eurostar qui, l'été 1996, enregistrait un pourcentage de trafic créé d'environ 18 pour cent auquel il convient d'ajouter environ 10 pour cent du trafic que l'on pourrait assimiler à l'effet de curiosité des voyageurs pour la plupart non-européens.

5. Conclusion

Bien qu'il soit prématuré de tirer des enseignements durables pour la modélisation du trafic induit par le Shuttle et Eurostar, il est possible de mettre en évidence l'effet de curiosité et d'en déduire à ce stade de l'exploitation que l'ordre de grandeur du trafic créé recoupe celui des prévisions. Toutefois les premières indications relevées semblent indiquer que ce trafic est légèrement supérieur pour le trafic voitures du Shuttle.

Tableau 4. **Enquête clientèle téléphonique - trafic induit de voitures particulières par le shuttle (en % du total)**

	Catégorie	Enquête 1 août-septembre 1995				Enquête 2 octobre 1995-mars 1996				Enquête 3 avril 1996-septembre 1996			
Clientèle	(Trafic induit en % du total)	Nb. enquêtes	Curiosité	Autres	Total	Nb. enquêtes	Curiosité	Autres	Total	Nb. enquêtes	Curiosité	Autres	Total
G.B	Excursionnistes	106	21.7	30.2	51.9	51.9	5.0	30.0	35.0	73	8.2	39.9	48.1
G.B	Courts séjours	94	13.8	12.8	26.6	100	4.6	21.1	25.7	25.7	0.0	13.6	13.6
G.B	Standard	159	10.1	11.9	22.0	109	14.8	13.9	28.7	93	3.2	9.8	13.0
Continentale		94	14.9	9.6	24.5	--	--	--	--	--	--	--	--
Française		--	--	--	--	102	8.8	5.9	14.7	103	12.6	9.7	22.3

REFERENCES

Blanquier A., *Traffic and Revenue forecasts for the Channel Tunnel project*, Applied Econometrics Association - Transport Econometrics Conference, 20-21 janvier 1994, Calais.

Le Maire D., *Channel Tunnel traffic forecasts - Institutional and methodological issues*, Rail High speed and Regional Development Seminar - Fondation de los Ferrocarriles Espagnoles, 2-3 décembre 1992, Madrid.

Le Maire D., *35 Années d'évaluation de projets de Tunnel sous la Manche*, Association d'Économétrie Appliquée, Colloque international 20-21 janvier 1994, Calais.

FRANCE

Olivier MORELLET
INRETS
Arcueil

LA CONTRIBUTION DE L'AMÉLIORATION DE L'OFFRE DE TRANSPORT A LA CROISSANCE DU TRAFIC FRANÇAIS DE VOYAGEURS A LONGUE DISTANCE

Cette note se propose de présenter brièvement comment l'INRETS a pu estimer la contribution que l'amélioration de l'offre de transport -- et notamment les aménagements d'infrastructure -- a pu apporter à la croissance du trafic de voyageurs à longue distance en France entre 1980 et 1992.

CHAMP COUVERT

On se limite ici aux trajets qui sont effectués par des voyageurs entre zones origine-destination différentes, sur la base d'un découpage en 42 zones du territoire français métropolitain (hors Corse). En outre, parmi ces trajets, on ne retient que ceux qui donnent lieu à un parcours total supérieur ou égal à 100 kilomètres (parcours terminaux compris pour les trajets utilisant le train ou l'avion comme moyen de transport principal). Enfin, on ne considère pas les trajets effectués en autocar qui assure très peu de services réguliers à longue distance sur les relations intérieures françaises.

Nous désignerons le trafic ainsi défini par "trafic français de voyageurs à longue distance".

MÉTHODE

Estimation du trafic et de la vitesse moyenne pour 1992 avec le contexte socio-économique et l'offre de transport de l'époque

Pour chaque relation origine-destination, on estime le nombre des trajets effectués au cours de l'année 1992 pour les différents moyens de transport à partir des données statistiques disponibles.

Par ailleurs, toujours pour chaque relation, on estime le kilométrage parcouru moyen (parcours terminaux compris pour les transports collectifs) et le temps de parcours total moyen par trajet à partir des résultats d'affectation du modèle MATISSE de l'INRETS, appliqué à la situation réelle de 1992.

Estimation du trafic et de la vitesse moyenne pour 1992 en supposant qu'un des facteurs d'évolution du trafic est resté bloqué avec ses caractéristiques de 1980

Les facteurs d'évolution pris en compte dans MATISSE sont notamment les suivants :

i. le contexte socio-économique, défini pour chaque année par le volume de la consommation finale des ménages français ainsi que par le niveau d'équipement de ces derniers en voitures particulières ;
ii. le phénomène de diffusion du transport aérien qui tient à ce que les voyageurs des générations les plus récentes empruntent plus l'avion que ceux des générations plus anciennes, toutes choses égales par ailleurs ;
iii. l'évolution du prix d'usage de la voiture particulière, liée à celle du prix du carburant ;
iv. la mise en service d'autoroutes nouvelles, à péage ou non ;
v. la mise en service des TGV (Paris-Sud-Est et Paris-Atlantique pour la période 1980-1992) ;
vi. la modulation des tarifs ferroviaires, avec hausse pour les courtes distances et baisse pour les longues distances pour la période 1980-1992 ;
vii. l'augmentation des fréquences de desserte et des possibilités de réduction tarifaire sur les lignes aériennes.

La variation du facteur (i) se traduit dans le modèle par la variation de la mobilité de différents types de voyageurs sur chaque relation origine-destination.

Par ailleurs, la variation d'un des facteurs (ii) à (vii) se traduit dans le modèle par la variation d'un certain nombre de coûts généralisés représentatifs de la façon dont les différents types de voyageurs ressentent le niveau de service offert par les différents moyens de transport sur chaque relation origine-destination. La variation des coûts généralisés provoque elle-même des modifications du nombre total et du partage modal des trajets de la relation, qui se mettent en place progressivement sur une période de cinq ans environ. La modification apportée au nombre de trajets tous moyens de transport confondus correspond à "l'induction de trafic" provoquée par la variation de l'offre de transport à moyen terme, *à localisation des populations et des activités économiques inchangée.*

II est donc possible d'estimer avec le modèle ce qui se serait passé en 1992 si l'un des facteurs (i) à (vii) avait conservé les caractéristiques observées en 1980. La différence entre les résultats trouvés et ceux obtenus avec la situation réelle de 1992 représente, au signe près, la contribution de l'évolution du facteur considéré à celle du trafic ou de la vitesse moyenne sur la période 1980-1992.

VALIDATION DE LA MÉTHODE

La validité des formes de fonction et des valeurs numériques de paramètres retenues dans MATISSE a été vérifiée par comparaison des résultats du modèle avec les données d'observation disponibles dans un certain nombre de cas. Les cas qui nous intéressent le plus ici sont les suivants :

i. effet de la variation du prix du carburant sur le trafic à longue distance total ;
ii. effet de la mise en service des autoroutes nouvelles sur le trafic autoroutier total ;
iii. effet de la mise en service des TGV Paris-Sud-Est et Paris-Atlantique sur les relations desservies ;
iv. variation du trafic sur les réseaux intérieurs routier, autoroutier, ferroviaire et aérien de 1980 à 1992 ;

v. variation du nombre de trajets d'une relation en fonction de l'éloignement des zones origine-destination, à caractéristiques des zones invariantes.

A l'exception du dernier, les cas de validation ne correspondent évidemment pas à des situations "sans-avec", mais à des situations "avant-après". Cela ne constitue cependant pas un handicap dans la mesure où le modèle est capable de dissocier les effets de l'évolution du contexte socio-économique et ceux de l'offre de transport.

On peut remarquer par ailleurs que l'état d'avancement du modèle est tel que l'on ne prend pas encore en compte l'effet de l'amélioration de l'offre de transport d'une relation origine-destination sur le nombre de trajets des autres relations. Ceci peut conduire à surestimer légèrement l'effet des améliorations de l'offre de transport sur le trafic français à longue distance total.

RÉSULTATS

Au total, la variation simultanée des facteurs (i) à (vii) listés plus haut a été accompagnée de 1980 à 1992 par une augmentation d'un peu plus de 40 milliards de voyageurs-kilomètres pour le trafic français à longue distance, tous moyens de transport confondus.

Le schéma joint indique quelle est la contribution des différents facteurs à cette augmentation, sous la forme du nombre de voyageurs-kilomètres apportés en plus ou en moins par l'évolution du facteur considéré, par moyen de transport et tous moyens de transport confondus :

i. l'accroissement de la consommation finale des ménages, la poursuite de l'équipement de ces derniers en voitures particulières et la diffusion du transport aérien - facteurs (i) et (ii) - contribuent pour un peu moins de 60 pour cent à la croissance du trafic ;
ii. la baisse du prix d'usage de la voiture et notamment du prix du carburant -- facteur (iii) -- contribue pour un peu moins de 20 pour cent à la croissance du trafic ;

iii. les quelques 25 pour cent qui restent sont imputables au développement des autoroutes, des TGV et des dessertes aériennes ainsi que, de façon marginale. à l'évolution des prix ferroviaires et aériens -- facteurs (iv) à (vii) --.

A cet égard, on notera que l'évolution simultanée des facteurs (iv) à (vii) sur l'ensemble de la période 1980-1992 s'accompagne *toutes choses égales par ailleurs,* d'une augmentation de 7.4 pour cent de la vitesse moyenne par voyageur-kilomètre et de 7.6 pour cent du nombre total de voyageurs-kilomètres pour le trafic français à longue distance.

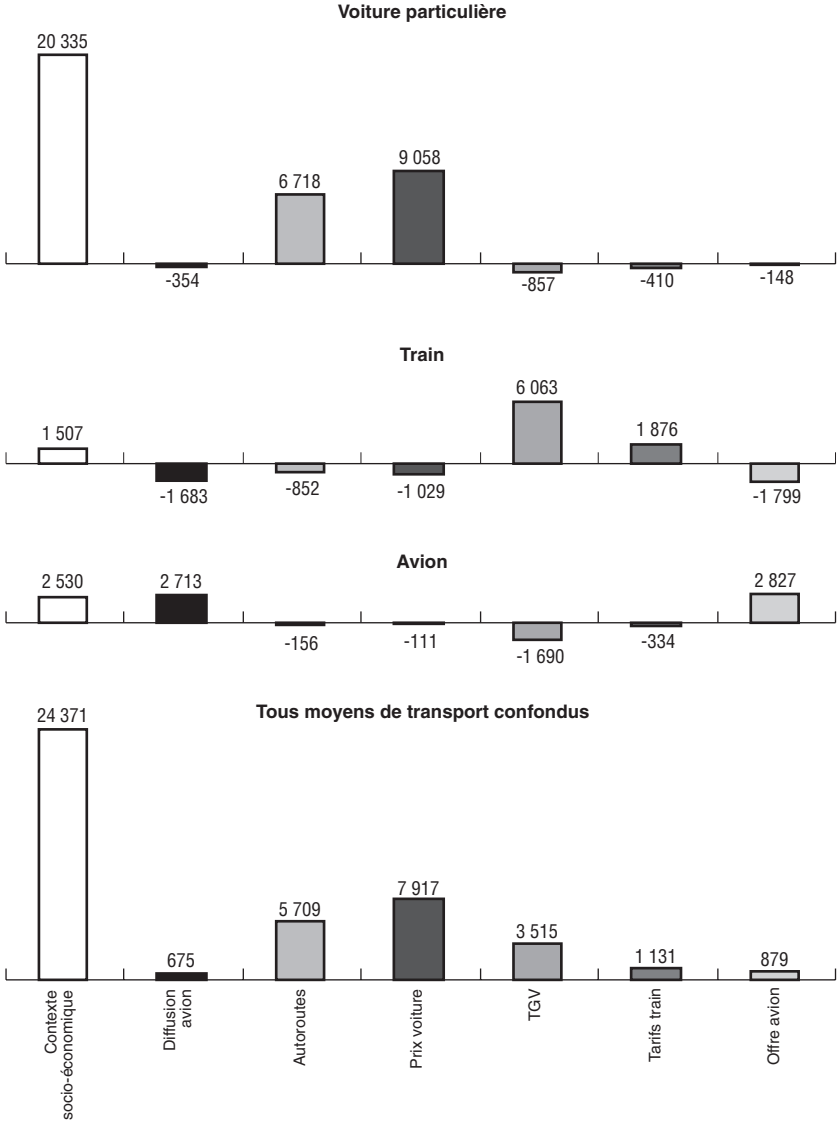
II se trouve donc que, *dans l'exemple traité ici,* I'accroissement de la vitesse se fait à temps total de transport quasiment constant (parcours terminaux compris pour les transports collectifs).

C'est là un résultat intriguant dans la mesure où aucune hypothèse de cette nature n'intervient directement dans le modèle utilisé. Mais il s'agit vraisemblablement d'une coïncidence puisque le même modèle conduit pour le temps total de transport à une *légère augmentation si* on se limite à l'évolution des facteurs sur 1980-1988 et à une *légère diminution si* on se limite à l'évolution 1980-1984.

BIBLIOGRAPHIE

"MATISSE., un modèle de trafic intégrant étroitement contexte socio-économique et offre de transport", O. Morellet, P. Marchal (rapport INRETS n° 203, décembre 1995).

Contribution des différents facteurs au nombre des voyageurs x-kilomètres supplémentaires observés en 1992 par rapport à 1980 pour le trafic français à longue distance (en millions)



SUÈDE

Göran TEGNER
TRANSEK AB
Solna

QUELQUES DONNÉES SUR LA SUÈDE

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....273

2. L'EXPÉRIENCE DU CONTOURNEMENT OUEST DE STOCKHOLM.....273

3. DEMANDE ET OFFRE D'INFRASTRUCTURE ROUTIÈRE -- QUELQUES RÉSULTATS D'APPLICATION D'UN MODÈLE FONDÉ SUR DES DONNÉES TRANSVERSALES.....276

3.1. Le plan d'aménagement de la circulation à Stockholm 276
3.2. Réduction d'un tiers du volume de trafic automobile dans le centre de Stockholm 280
3.3. Une évaluation générale -- Prévisions du trafic global et analyse coûts-avantages.....280
3.4. Résultats du modèle pour la province de Stockholm 281

4. UNE ANALYSE *EX POST* FONDÉE SUR DES DONNÉES CHRONOLOGIQUES 290

4.1. Le modèle DRAG appliqué à Stockholm pour la période 1970-1995 290
4.2. Demande d'utilisation du réseau routier dans la province de Stockholm entre 1970 et 1995 291

5. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS 303

NOTES 307

RÉFÉRENCES 308

1. INTRODUCTION

Le présent document traite de la relation entre l'infrastructure routière et ses incidences possibles en termes de mobilité induite en milieu urbain. Le Chapitre 2 présente une étude *ex post* des effets de l'ouverture d'une partie de la première ceinture de la région de Stockholm.

Le Chapitre 3 est consacré à une analyse *ex ante* du programme d'aménagement de la circulation en cours à Stockholm, à l'horizon 2005. On y présente les résultats d'un modèle de la demande de déplacement en mettant l'accent sur les variations probables du volume de trafic automobile attribuable à la nouvelle infrastructure routière.

Ensuite, dans une tentative de vérification de ces résultats, le Chapitre 4 présente certains résultats d'une étude *ex post* récente sur l'évolution de la circulation routière dans la province de Stockholm au cours des 25 dernières années au moyen d'un modèle fondé sur des données chronologiques concernant les véhicules-kilomètres produits.

Enfin, on trouvera dans le Chapitre 5 un résumé, accompagné de quelques conclusions.

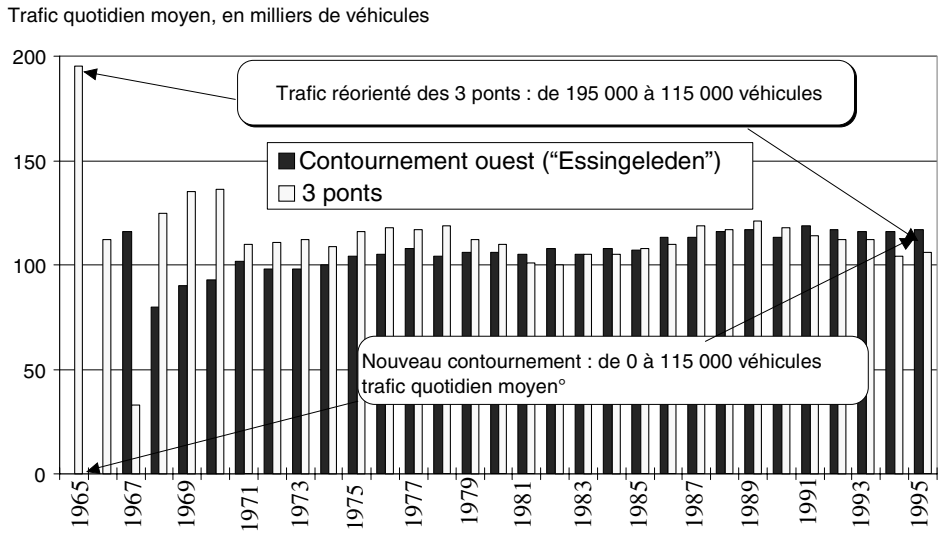
2. L'EXPÉRIENCE DU CONTOURNEMENT OUEST DE STOCKHOLM

La fameuse controverse suscitée par la M25, à Londres, est souvent invoquée pour démontrer qu'il est inutile d'accroître la capacité routière dans les grandes agglomérations, car la demande de déplacement dépassera toujours la capacité. C'est pourquoi on affirme qu'une nouvelle route ne fera qu'aggraver l'encombrement et les dommages causés à l'environnement.

En revanche, il est souvent admis que dans les villes de petite ou moyenne importance, la construction de routes de contournement contribue à atténuer les effets nuisibles de la circulation automobile sur le centre-ville.

La Figure 1. ci-après montre que l'amélioration de la capacité routière urbaine peut permettre de réorienter la circulation des liaisons routières centrales vers une nouvelle infrastructure (un contournement par exemple), sans faire augmenter le volume de trafic sur les autres itinéraires qui existent déjà.

Figure 1. **Incidence du nouveau contournement ouvert à Stockholm en 1966 sur la circulation**



Dans le centre de Stockholm, jusqu'en 1966, l'ensemble du trafic routier principal vers le quartier des affaires en provenance du sud-ouest, ainsi que la plus grande partie du trafic provenant du sud du pays, qui passait par Stockholm pour aller vers le nord, devaient traverser trois ponts : le Liljeholmsbron, le Vätersbron et le St Eriksbron. En 1966 était ouvert un premier tronçon de la petite ceinture -- le contournement ouest ("*Essingeleden*").

Les trois ponts en place absorbaient chacun de 60 à 65 000 véhicules par jour. Ce trafic était principalement composé des mêmes véhicules qui arrivaient de la banlieue sud-ouest de la capitale et empruntaient les trois ponts, soit pour se rendre au centre-ville, soit pour traverser la ville et rejoindre la banlieue nord-est (et en sens inverse).

Le nouveau contournement ouest a pris en charge quelque 115 000 véhicules dans l'année qui a suivi son ouverture, ce qui se rapproche de la capacité maximale d'une autoroute urbaine à 2 ou 3 voies. Si l'on tient compte d'une certaine variation annuelle, le flux de circulation empruntant le contournement ouest s'établit en moyenne à 115 000 véhicules par jour.

Le trafic enregistré sur les trois ponts, qui était de 195 000 véhicules (65 000 véhicules en moyenne par jour chacun) avant l'ouverture du nouveau tronçon, a été ramené en moyenne à 115 000 véhicules par jour (soit 38 000 véhicules pour chaque pont). Cette diminution de 40 pour cent s'est maintenue entre 1966 et 1996, tandis que le volume total de trafic qui franchissait la limite du centre-ville augmentait de 11 pour cent.

En raison de la capacité accrue du corridor (qui correspond aux trois ponts, plus le nouveau contournement), le volume total de trafic a augmenté de 18 pour cent, pour passer de 195 000 à 230 000 véhicules par jour (soit 115 000 plus 115 000).

Ces exemples empiriques démontrent :

-- qu'une capacité routière accrue contribue à faire augmenter le volume de trafic dans les corridors concernés, en l'occurrence de 18 pour cent ;
-- qu'une route de contournement du centre-ville permet effectivement d'atténuer la charge de trafic des voies urbaines et de réorienter les flux de circulation vers une infrastructure mieux adaptée ;
-- qu'un contournement urbain -- du moins dans le cas d'une ville de taille moyenne comme Stockholm -- peut conserver son utilité pendant une longue période, même si le trafic routier dans l'ensemble connaît un accroissement constant ;
-- que la réduction de la forte charge de circulation sur l'ancien itinéraire (40 pour cent) s'est **maintenue** pendant une période de 30 ans, en dépit d'un accroissement global sensible du volume de trafic automobile.

3. DEMANDE ET OFFRE D'INFRASTRUCTURE ROUTIÈRE QUELQUES RÉSULTATS D'APPLICATION D'UN MODÈLE FONDÉ SUR DES DONNÉES TRANSVERSALES

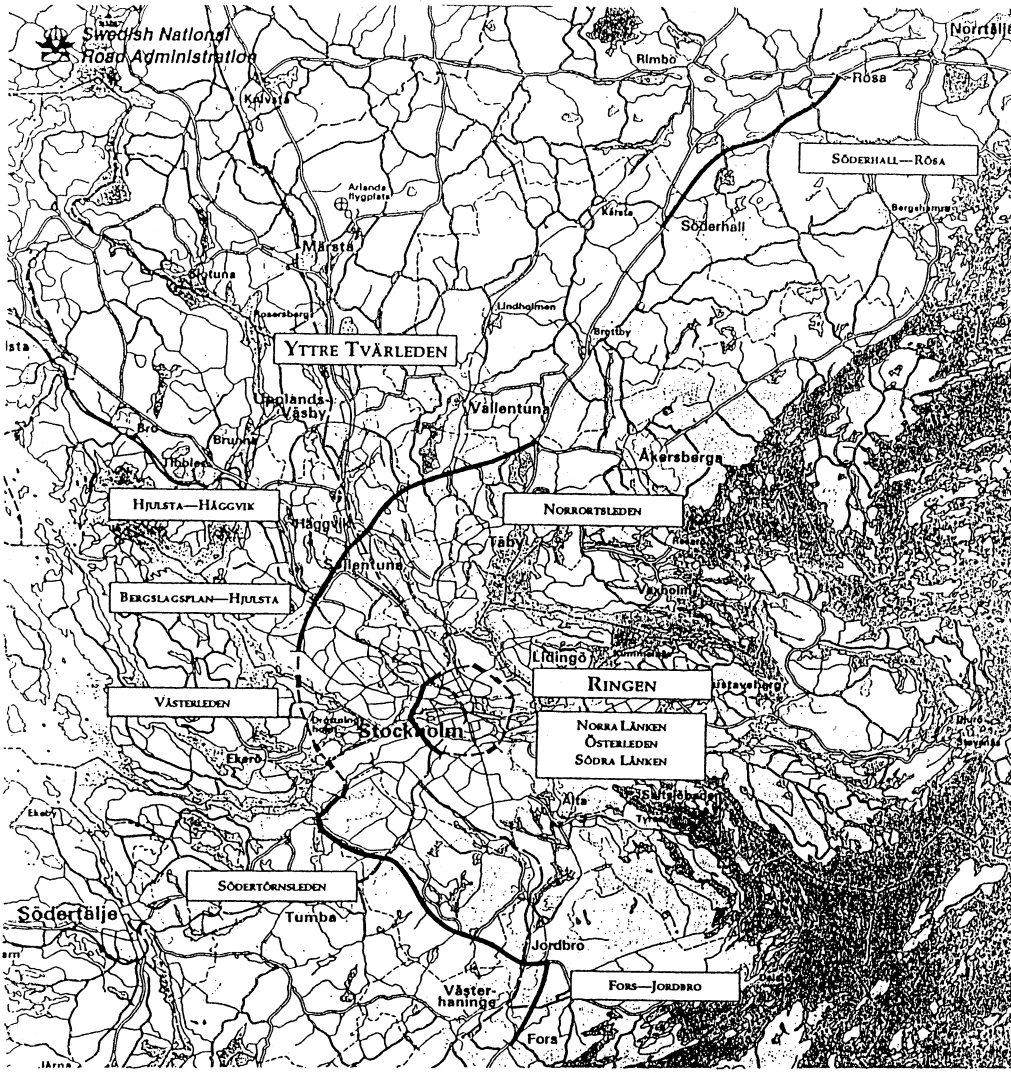
3.1. Le plan d'aménagement de la circulation à Stockholm

Le plan d'aménagement de la circulation à Stockholm ("Plan Dennis") associe les trois types de projets ci-après en vue de résoudre les problèmes de planification du transport urbain dans la région de Stockholm :

- un réseau périphérique composé d'une petite ceinture (achevée) et d'une grande ceinture ;
- un vaste programme de modernisation et d'extension, ainsi que la mise en oeuvre de nouveaux systèmes de transports publics respectueux de l'environnement (un service de train de banlieue et une nouvelle voie ; le prolongement du réseau de métro ainsi que la construction d'une nouvelle ligne de métro léger tangentiel) ;
- un système de péage sur la petite ceinture ainsi que sur le contournement ouest extérieur, dont le but est de réduire la circulation et de financer le programme routier.

Le plan prévoit des investissements de 36 milliards de couronnes dans l'infrastructure des transports sur une période de 15 ans. La construction des routes sera entièrement financée par les péages routiers, tandis que les transports publics seront financés conjointement par la province de Stockholm et par l'État. Ce dernier fournira également une aide de 3.8 milliards de couronnes pour l'amélioration des transports publics.

Le Plan Dennis



Légende :

Le Plan Dennis

Ce plan prévoit des investissements de plus de 40 milliards de couronnes dans l'infrastructure des transports de la région de Stockholm, dont un peu moins de la moitié iront aux transports publics. L'objectif du plan, qui bénéficie de l'appui du Parti Libéral, du Parti Modéré (Conservateur) ainsi que des Sociaux-Démocrates de la ville et de la région de Stockholm, est d'améliorer la qualité de l'environnement et l'accessibilité, et de créer les conditions propices à la poursuite du développement de la région.

Rappel des faits

Entré en vigueur le 29 septembre 1992, le plan couvre la période 1992-2006. En avril 1994, le Parlement a décidé d'accorder des garanties publiques de 11.5 milliards de couronnes pour les projets routiers, le système de tarification routière et l'information routière, ainsi que pour les installations et mesures de dissuasion mises en oeuvre dans le centre-ville en vue d'améliorer la qualité de l'environnement. Les projets seront financés par des prêts qui seront remboursés par la perception de péages routiers. Il a été convenu au niveau politique que le point de déclenchement de la perception des péages routiers serait l'achèvement de la première partie de la petite ceinture, *Norra Länken* (le tronçon nord). Une décision sera prise au niveau politique en 1996 sur la date à laquelle pourront débuter les travaux de construction du tronçon Västerleden. A une autre étape, en 1998 (ou ultérieurement), le Parlement ou le Gouvernement fixera la cadence des travaux et décidera éventuellement d'augmenter les garanties publiques déjà accordées.

Transports publics

Près de la moitié des investissements prévus seront consacrés aux transports publics, ce qui veut dire que les recettes fiscales seront utilisées normalement, sous forme de diverses allocations, notamment de fonds spéciaux affectés à l'infrastructure et de fonds routiers transférés aux transports publics. Certains investissements liés au réseau routier seront financés par des prêts qui seront remboursés au moyen des recettes tirées des péages routiers.

Projets routiers

Ces projets portent sur la construction d'un boulevard périphérique autour du centre-ville de Stockholm (la petite ceinture) et d'une route de contournement (grande ceinture) ainsi que sur la mise en place des installations de péage.

L'Administration nationale des routes

Principal organisme intéressé, l'Administration nationale des routes a été chargée par le Gouvernement de financer et de mettre en oeuvre les projets routiers. Elle assume cette responsabilité générale par l'entremise de son bureau régional de Stockholm.

Stockholmsleder AB

Cette société fait partie du dispositif global de mise en oeuvre des projets routiers. Contrôlée à 100 pour cent, depuis le 15 décembre 1995, par la société AB Väginvest -- elle-même appartenant en toute propriété à l'Administration nationale des routes --, Stockholmsleder a pour tâche d'obtenir les prêts et d'assurer le contrôle financier du projet.

3.2. Réduction d'un tiers du volume de trafic automobile dans le centre de Stockholm

Par rapport à la situation actuelle, le Plan Dennis aura pour effet de modifier sensiblement les courants de trafic dans la région. On estime que la fréquentation des transports publics augmentera de plus d'un cinquième dans l'ensemble de la région, alors que l'utilisation de l'automobile diminuera.

La réduction des flux de circulation automobile sera l'un des principaux effets du programme. Les investissements qui seront consacrés aux ceintures, les améliorations qui seront apportées aux transports en commun, les péages routiers et toutes les autres mesures qui sont prévues dans le plan devraient réduire l'utilisation de l'automobile de 7 pour cent dans l'ensemble de la région de Stockholm par rapport au *statu quo*. Le principal effet sur le trafic routier sera cependant une importante réorientation de la circulation automobile des zones les plus encombrées vers les ceintures, particulièrement en ce qui concerne le centre-ville de Stockholm.

On estime que le plan permettra de réduire d'un tiers les courants de circulation automobile dans le centre-ville, la moitié de cette réduction sensible étant attribuable à la réorientation du trafic vers le nouveau contournement périphérique, l'autre moitié à un transfert modal entre l'automobile et les transports publics.

3.3. Une évaluation générale -- prévisions du trafic global et analyse coûts-avantages

En vertu d'une loi votée par le Parlement suédois en 1990, les décisions relatives aux investissements dans les infrastructures des transports doivent être fondées sur une analyse des coûts et des avantages sociaux, qui doit prendre en compte tous les coûts et avantages qu'un projet d'investissement donné comporte pour la société.

La base du calcul des avantages est la volonté de payer, par exemple pour des temps de déplacement plus courts ou pour une réduction du nombre d'accidents ou des niveaux de bruit. L'évaluation économique des incidences est donc fondée sur la valeur attribuée aux ressources dans la meilleure des autres utilisations possibles. Pour effectuer une analyse coûts-avantages cohérente d'un plan de transport, il faut chiffrer en termes monétaires tous les

effets recensés. Les incidences d'un plan comme celui qui nous occupe ici doivent être mesurées par rapport au maintien du système de transport actuel. L'année 2005 a été choisie comme l'horizon temporel approprié.

Le rapport global coûts-avantages est calculé de façon que la partie de l'ensemble des avantages qui peut être quantifiée et chiffrée en termes monétaires corresponde au total des coûts.

L'évaluation globale a été effectuée au moyen d'un modèle de prévision -- le modèle de la demande et de l'offre de déplacement FREDRIK/EMME/2 -- sur 1 043 zones de circulation dans la province de Stockholm.

Le bureau de consultants TRANSEK a mis au point le système de planification de la circulation FREDRIK, qui est un système informatisé permettant de traiter de façon conviviale la demande de déplacement à l'échelle d'une ville ou d'une région. Il s'agit d'une série de modèles à logits emboîtés qui simulent le comportement de la population en matière de déplacement en se fondant sur ses choix. Cela comprend le nombre de déplacements engendrés, les zones entre lesquelles ils se font, les modes de transport utilisés, ainsi que les itinéraires et lignes de transit. Ce système est intégré au programme de planification des transports EMME/2.

Utilisés parallèlement, ces deux systèmes -- FREDRIK et EMME/2 -- constituent un outil complet de planification intégrée des transports routiers et publics à l'échelon d'une ville ou d'une région.

3.4. Résultats du modèle pour la province de Stockholm

3.4.1. La méthode des coûts généralisés

Le concept bien connu des **coûts généralisés** est appliqué à la demande de déplacement ainsi qu'aux avantages et aux coûts sociaux. Autrement dit, le temps de déplacement et les coûts indiqués ci-après font partie de l'ensemble des efforts ressentis à l'occasion d'un déplacement de porte à porte entre un point de départ et un point de destination :

- temps de déplacement à pied (pour rejoindre un arrêt ou une gare de transport public, ou la voiture stationnée, selon le cas) ;
- temps d'attente (qui est nul dans le cas d'un déplacement en voiture) ;
- temps passé dans le véhicule ;

- correspondance et temps de correspondance (pour les transports publics) ;
- coûts de déplacement (coûts d'utilisation du véhicule et coûts de stationnement, en ce qui concerne les déplacements en voiture, ou tarifs des transports publics).

Ces éléments liés au temps de déplacement sont pondérés selon des résultats de recherche empirique de la façon suivante :

Tableau 1. **Valeurs officielles du temps de déplacement et pondérations relatives pour les composantes de ce temps utilisés dans la planification des transports en Suède ; prix de 1990**

Valeur du temps de déplacement (prix de 1990) Pondérations relatives		Trajet en bus 3.60 $US/heure	Trajet ferroviaire 3.60 $US/heure
Pondération du temps passé dans le véhicule		1.0	1.0
Pondération du temps de déplacement à pied		2.0	2.0
Pondération du temps d'attente	< 10 mn	2.0	2.0
	10-30 mn	1.0	1.0
	> 30 mn	0.5	0.5
Pondération du temps de correspondance	< 10 mn	2.0	2.0
	> 10 mn	3.0	3.0
Pondération du temps d'immobilité	< 10 mn	1.4	1.1
	> 10 mn	1.6	1.3
Pondération du retard		4.0	4.0
Majoration pour tenir compte de la correspondance		= 5 mn passées dans le véhicule	= 5 mn passées dans le véhicule

Source : Administration nationale suédoise des routes. Incidences des investissements dans les transports ; 1992 (en suédois).

Les valeurs du temps de déplacement qui sont implicites dans les modèles de la demande de déplacement et qui sont également utilisées dans l'analyse des avantages et des coûts sociaux sont les suivantes :

Tableau 2. **Valeurs du temps de déplacement dans les transports urbains en Suède ; niveau de prix au 1er janvier 1997**

Type de déplacement	Valeur du temps de déplacement (en SEK/heure)	Valeur du temps de déplacement (en ECU/heure)
Déplacement professionnel	35	4.10
Loisirs	26	3.00
Trafic commercial	120	14.10
Poids lourds	204	24.00

Source : Institut suédois d'analyse des transports et des communications, rapport n° 1995:13.

3.4.2. Demande de déplacement en 2005, compte tenu de la nouvelle infrastructure et des nouveaux péages routiers

Le plan d'aménagement de la circulation à Stockholm prévoit une petite ceinture complète (composée des tronçons nord, sud et est, raccordés au tronçon ouest -- Essingeleden --, qui est le contournement ouest construit en 1966 et dont il a été question dans le Chapitre 2).

Dans la suite du texte, lorsque nous parlerons des "deux nouveaux tronçons", nous entendrons les tronçons nord et sud, tandis que nous parlerons des "trois nouveaux tronçons" lorsque nous prendrons également en compte le tronçon est, et donc la petite ceinture dans son intégralité. Le deuxième projet routier de grande envergure prévu dans le plan est un contournement ouest extérieur, qui constituera une partie de la grande ceinture. Quand on prendra en compte également ce contournement, on parlera des "quatre nouveaux tronçons".

On a effectué des études très variées sur l'offre et la demande de déplacement pour analyser l'incidence du Plan Dennis, lequel a été brièvement décrit dans la Section 3.1 et, rappelons-le, comprend :

- un réseau routier périphérique (deux ceintures) ;
- des projets de transport public ;
- un système de tarification au cordon pour l'accès au centre-ville.

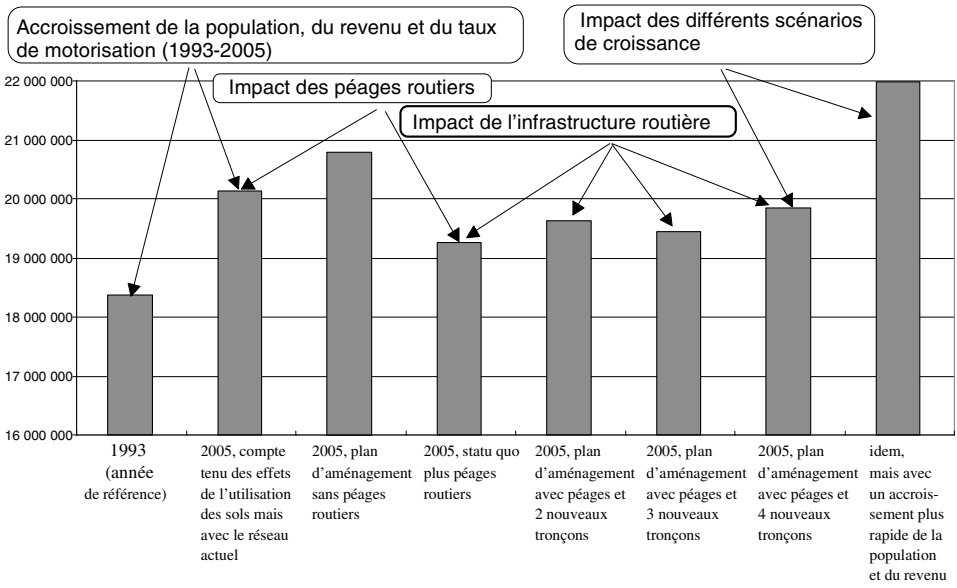
L'analyse de la demande et de l'offre de déplacement est effectuée selon la décomposition suivante du marché des transports dans la province de Stockholm :

- 1 043 zones de circulation ;
- 8 types de déplacement ;
- 4 modes de déplacement (marche, bicyclette, voiture et transports publics) ;
- 3 plages horaires (périodes de pointe du matin et de l'après-midi, et période comprise entre 9 heures et 15 heures).

Par conséquent, l'analyse est assez bien répartie du point de vue des zones géographiques, des divers types de déplacement, des modes de transport et des périodes de la journée.

Dans la Figure 3. ci-dessous, l'estimation des effets des divers scénarios au moyen du modèle est présentée sous forme de volumes quotidiens moyens de trafic (en termes de véhicules automobiles-kilomètres) sur le réseau routier de la province de Stockholm.

Figure 3. **Volume de trafic routier dans la province de Stockholm, selon divers scénarios**



La première comparaison est effectuée entre le scénario de l'année de référence (1993) et celui de l'année 2005, en ne tenant compte que des effets prévus de l'utilisation des sols (mais en conservant le réseau actuel). L'accroissement calculé du volume du trafic routier s'élève à près de 10 pour cent (9.6 pour cent), le nombre de véhicules-kilomètres par jour passant de 18.37 millions à 20.13 millions au cours d'une période de 12 mois.

On estime que le système de tarification routière proposé aura un effet sensible sur la demande totale de véhicules routiers -- soit une réduction de 4 pour cent (de 20.13 à 19.26 millions de véhicules-kilomètres par jour) dans l'ensemble de la région et de 20 pour cent dans le centre de la ville.

Les deux dernières barres de la figure illustrent l'influence de deux scénarios de croissance différents sur le volume global de trafic routier de la région de Stockholm, l'un correspondant à une faible croissance de la population et du revenu, l'autre à une croissance plus rapide. La différence entre les deux scénarios s'élève à 11 pour cent pour l'année 2005 (19.85 millions de véhicules-kilomètres contre 21.99 millions), ce qui est beaucoup plus que l'effet prévu de croissance du trafic au cours de la période des douze années à venir, mais également plus que l'effet du système de tarification routière pour l'ensemble de la région.

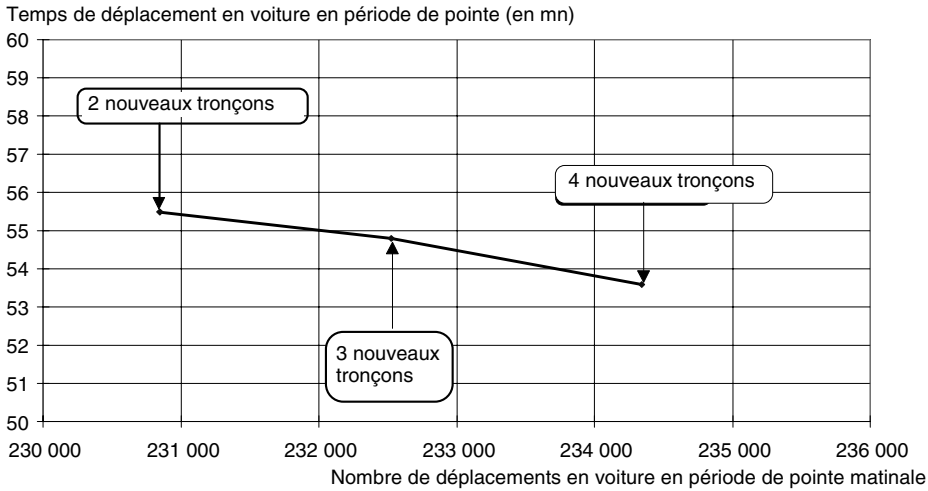
Si on les compare à ces variations prévues des niveaux de trafic, les changements correspondants attribuables aux divers niveaux d'infrastructure routière apparaissent relativement faibles. Les barres illustrant "l'impact de l'infrastructure routière" révèlent un écart maximum de 3 pour cent entre le scénario "2005, *statu quo*, plus péages routiers" et le scénario "2005, plan d'aménagement, avec péages et 4 nouveaux tronçons". Les incidences de la nouvelle infrastructure routière proposée sont développées ci-après.

3.4.3. Impacts estimés sur la demande de trafic routier

Le temps de déplacement en voiture le matin est estimé à 55.5 minutes en moyenne pour la région de Stockholm dans l'hypothèse où une partie seulement de la petite ceinture est en service. Ce scénario correspond à un peu moins de 231 000 déplacements en voiture.

La Figure 4. ci-dessous illustre une partie de la courbe de la demande de transport routier selon le nombre de nouveaux tronçons en service.

Figure 4. **Nombre de déplacements et temps de déplacement en voiture -- 2005**

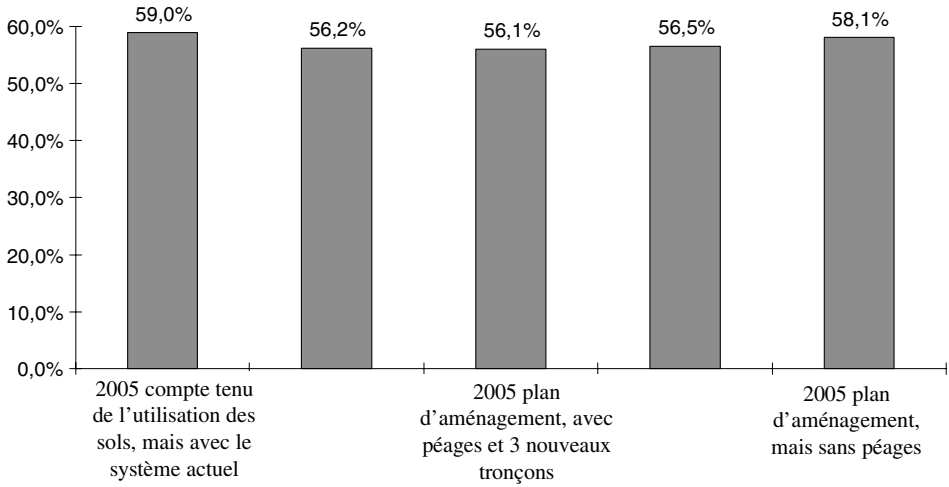


Si l'on ajoute un autre tronçon, à savoir le tronçon est, qui complète la petite ceinture ("3 nouveaux tronçons"), le temps de déplacement diminue de 0.7 minute (1.3 pour cent). On estime que l'effet correspondant sur la demande sera une augmentation de 0.7 pour cent du nombre de déplacements en voiture et une élasticité-temps de déplacement de - 0.58.

Enfin, si l'on considère également le contournement extérieur ouest (grande ceinture), le temps de déplacement en voiture diminue encore plus, pour tomber à 53.6 minutes, soit une diminution de près de 2 minutes (3.4 pour cent). Selon les prévisions, la demande de déplacement en voiture augmente de 3 500 déplacements pendant la période de pointe du matin (1.5 pour cent), ce qui correspond à une élasticité-temps de déplacement de - 0.44. Le modèle de la demande étant non linéaire[1], l'élasticité est propre à ce scénario et n'est par conséquent, pas constante.

Étant donné que le modèle de la demande est élastique et qu'il englobe les effets sur le choix de mode de transport, de destination et de fréquence de déplacement, une modification de l'infrastructure routière aura notamment une incidence sur le partage modal entre l'automobile et les transports publics.

Figure 5. **Effets estimés de l'infrastructure routière sur le choix modal -- 2005**



Dans le scénario de référence 2005, qui ne tient compte que des effets de l'utilisation future des sols, on estime que le choix modal se portera à 59 pour cent sur l'automobile. Si l'on intègre des projets de transport public, les "2 nouveaux tronçons" (tronçons nord et sud) ainsi que les péages, on estime alors que la part des déplacements en voiture tombe à 56.2 pour cent.

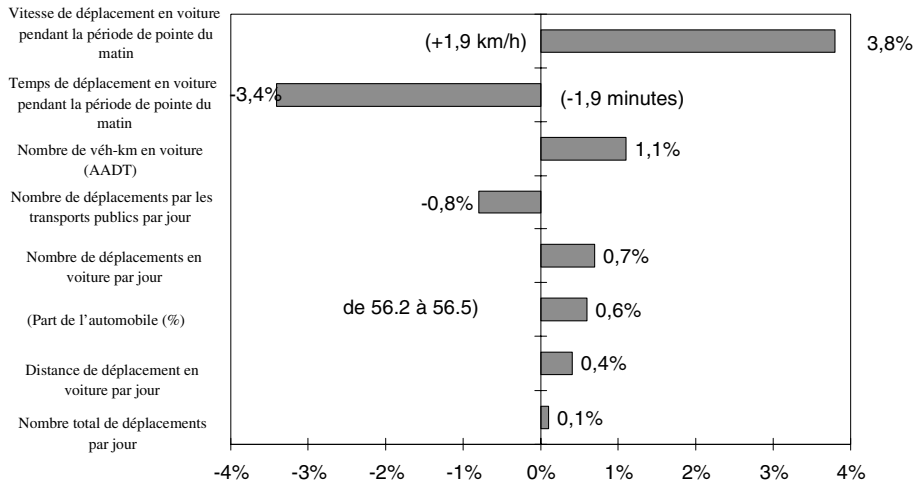
L'ajout d'un autre tronçon routier, le contournement est, n'aurait dans ce cas précis qu'un effet minime sur le partage modal.

Enfin, avec l'ajout du nouveau contournement ouest (grande ceinture), on estime que la part des déplacements en voiture passera de 56.2 à 56.5 pour cent, par rapport au scénario faisant intervenir seulement 2 nouveaux tronçons.

Les effets sur le choix modal sont cernés, mais ils ne sont pas très importants.

Les différents types d'effets estimés des prévisions découlant du modèle sont résumés dans la Figure 6. ci-dessous.

Figure 6. **Estimations des effets de l'infrastructure routière à Stockholm -- 2005**



Les résultats du modèle de la demande indiquent une influence minime (+ 0.1 pour cent) sur le nombre total de déplacements (en voiture et par les transports publics) de la nouvelle infrastructure routière. La distance de déplacement en voiture devrait augmenter légèrement (de 0.4 pour cent) entre le scénario "2 nouveaux tronçons" et le scénario "4 nouveaux tronçons".

Dans la comparaison correspondante, l'effet sur le choix modal est de 0.6 pour cent (voir ci-dessus).

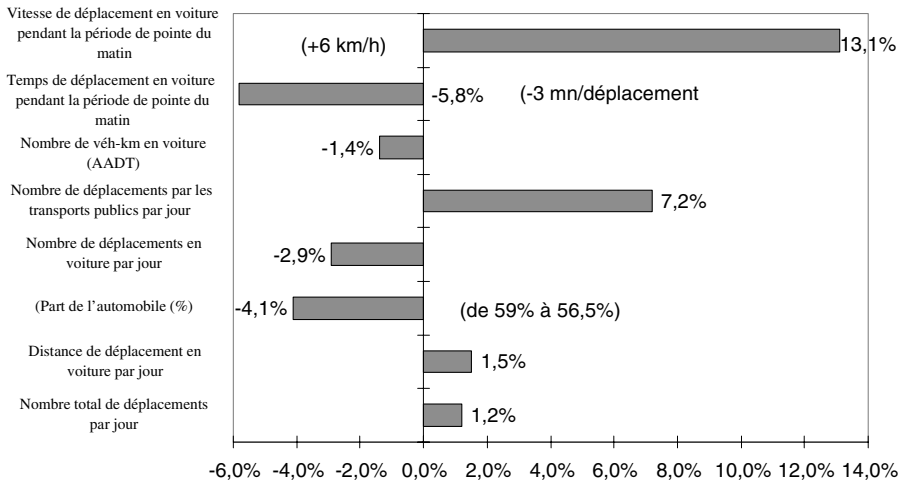
Le nombre de déplacements en voiture par jour augmentera de 0.7 pour cent tandis que le nombre de déplacements par les transports en commun diminuera de 0.8 pour cent. Le nombre total de véhicules-kilomètres en voiture devrait augmenter de 1.1 pour cent, en raison de l'augmentation du nombre de déplacements en voiture et du léger allongement de la distance des déplacements.

Cependant, ces modifications mineures se traduisent par des améliorations substantielles de l'accessibilité pour les automobilistes, si l'on considère que le temps de déplacement en voiture le matin sera réduit de deux minutes

(3.4 pour cent), ce qui se traduit par une augmentation de 3.8 pour cent (près de 2 km/h) de la vitesse de déplacement. Cela s'explique par une légère diminution du niveau d'encombrement.

L'impact des projets routiers présenté ci-dessus pourrait être comparé aux impacts estimés de l'ensemble du plan d'aménagement de la circulation, qui comprend des périphériques, des projets de transports publics et un système de péages routiers. Les effets correspondants sont illustrés dans la Figure 7. ci-dessous.

Figure 7. **Impacts estimés du plan d'aménagement de la circulation en 2005 dans la province de Stockholm**



Comparé aux projets routiers, le plan d'ensemble aura des effets légèrement plus sensibles. Globalement, le nombre total de déplacements (en voiture et par les transports en commun) augmentera de 1.2 pour cent, mais le nombre de déplacements en voiture diminuera de près de 3 pour cent, tandis que le nombre de déplacements par les transports en commun devrait augmenter de plus de 7 pour cent. La part de l'automobile dans le choix modal diminuerait par conséquent de 59 à 56.2 pour cent. La distance parcourue en automobile diminuera de 1.4 pour cent dans l'ensemble de la région (mais de 30 pour cent dans le centre de la ville).

Le temps de déplacement en voiture pendant les heures de pointe du matin devrait diminuer de trois minutes (près de 6 pour cent) tandis que la vitesse devrait corrélativement augmenter de 6 km/h (3 pour cent). La réduction de l'encombrement découlant des péages routiers ainsi que l'amélioration des transports publics se traduiraient par des avantages sensibles pour les automobilistes en termes d'accessibilité.

Dans quelle mesure l'application de ces modèles est-elle fiable et réaliste ? Dans la prochaine section, nous décrirons une analyse *ex post* du volume de trafic routier à Stockholm pendant une période de 25 ans, qui nous permettra de tirer certaines conclusions sur le rôle de l'infrastructure.

4. UNE ANALYSE *EX POST* FONDÉE SUR DES DONNÉES CHRONOLOGIQUES

4.1. Le modèle DRAG appliqué à Stockholm pour la période 1970-1995

Le but du modèle DRAG est de favoriser une meilleure compréhension de deux aspects de la mobilité, à savoir la demande d'utilisation du réseau routier et l'interdépendance complexe qui influe sur les accidents de la route. Le modèle DRAG se décompose en trois modules : *exposition aux risques, taux d'accidents et gravité des accidents*. On a établi pour la province de Stockholm une base de données comportant de nombreuses variables explicatives, comme les facteurs socio-économiques, la législation et la réglementation, des données sur le transport routier et les transports publics, des données sur le parc de véhicules et le climat ainsi que d'autres renseignements connexes visant à expliquer le développement du trafic routier et des accidents de la route *a posteriori.* Un progiciel statistique spécial baptisé TRIO[2] a été utilisé pour l'analyse.

Le modèle de la demande est fondé sur des données chronologiques globales pour la région (en l'occurrence la province de Stockholm). Il vise à expliquer le volume de trafic (véhicules-kilomètres) et les accidents de la route au moyen d'un large éventail de variables explicatives en se fondant sur les amples variations des données mensuelles. Le modèle DRAG (pour "*Demande d'utilisation du réseau routier, accidents et gravité des accidents"*), a été mis au point par M. Marc Gaudry, du Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal.

Pour appliquer le modèle DRAG à la région de Stockholm, on a utilisé, sur une base mensuelle pour la période 1970-1995, les modules suivants, fondés sur des données chronologiques :

- EXPOSITION en fonction du kilométrage routier total (véhicules-kilomètres) pour les voitures à essence ;
- FRÉQUENCE du nombre total des accidents de la route ayant occasionné des blessures corporelles et des décès ;
- GRAVITÉ :
  - nombre de blessures légères par accident de la route ;
  - nombre de blessures graves par accident de la route ;
  - nombre de décès par accident de la route.

Des modèles DRAG analogues ont été appliqués au Canada et en Allemagne, et sont en cours de mise au point en France et en Norvège[3].

4.2. Demande d'utilisation du réseau routier dans la province de Stockholm entre 1970 et 1995

4.2.1. Description du modèle

La fonction de la demande dans le modèle TRIO est la suivante :

$$\frac{y_t^{\lambda_y} - 1}{\lambda_y} = \beta_0 + \beta_k \sum \left(\frac{x_{kt}^{\lambda_k} - 1}{\lambda_k} \right) + u_t$$

où :

y_t =la variable dépendante pour le mois t

β_0 =le terme constant

β_k = lecoefficient de régression estimé

x_{kt} = la valeur de la variable indépendante $x_{k:s}$ pour le mois t

$\lambda_k resp \lambda_y$ = les paramètres lambda pour la variable indépendante x_k et pour la variable y dépendante, c'est-à-dire un facteur de proportionnalité également estimé d'après l'ensemble de données et qui exprime le modèle sous forme mathématique. Cas particulier : si lambda est égal à 1, on obtient un modèle linéaire, tandis que si lambda est égal à 0, on obtient un modèle logarithmique. Cette transformation s'appelle transformation de "Box-Cox".

Et

$$u_t = v_t f(Z_t)^{½},$$

$$v_t = \sum_{t=1}^{r} \rho_l v_{t-l} + \omega_t$$

,

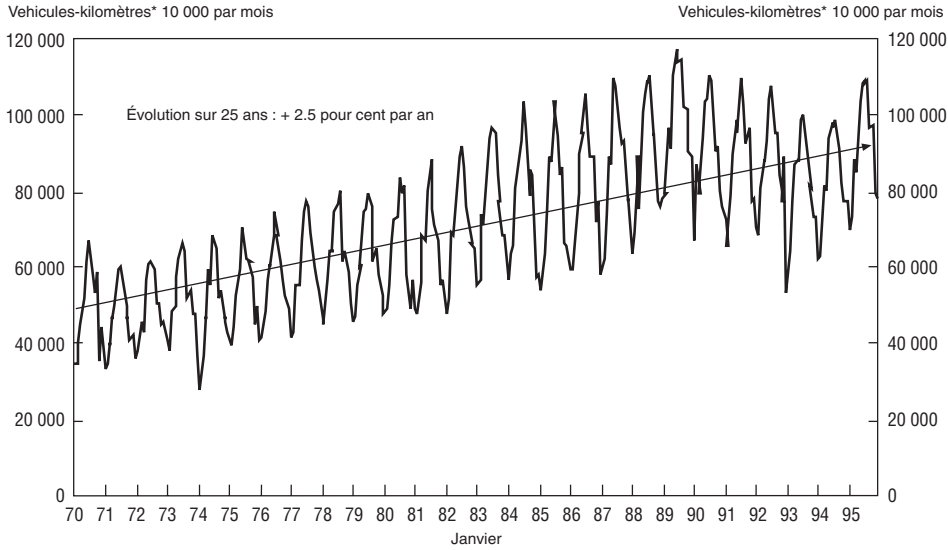
où

Z_t	=	un vecteur de variables hétéroscédastiques
u_t	=	le terme d'erreur (vecteur résiduel) qui dépend de l'existence d'une hétéroscédasticité
v_t	=	le terme d'erreur (vecteur résiduel) qu'on suppose être dépendant de l'existence d'une autocorrélation et enfin
ρ_l	=	l'opérateur de décalage
ω_t	=	le troisième vecteur résiduel.

4.2.2. Croissance du trafic routier dans la province de Stockholm entre 1970 et 1995

Au cours des 25 années comprises entre 1970 et 1995, le trafic routier de la province de Stockholm a augmenté de 88 pour cent.

Figure 8. **Croissance mensuelle du trafic routier dans la province de Stockholm entre 1970 et 1995**



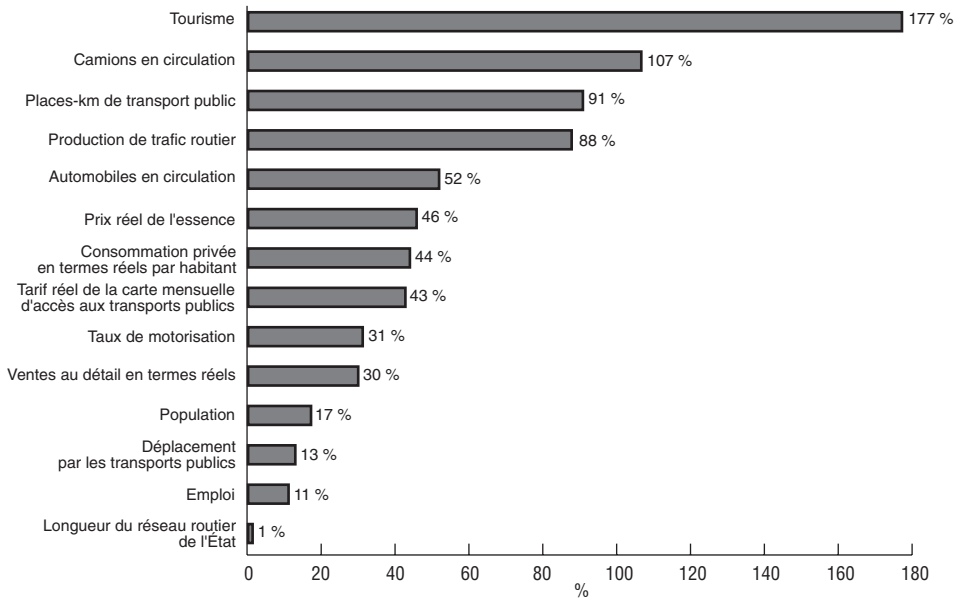
La variation saisonnière est importante, puisqu'elle est de 50 à 60 pour cent entre les mois de pointe et les mois creux (été-hiver). Le taux moyen de croissance annuelle du volume de trafic automobile est de 2.5 pour cent.

Quelle part de cette croissance peut être attribuée aux améliorations apportées à l'infrastructure routière et quelle part faut-il en attribuer à d'autres facteurs ? C'est ce que nous tenterons de déterminer dans la Section 4.2.6.

4.2.3. Évolution générale des transports dans la province de Stockholm entre 1970 et 1995

Le développement rapide du trafic automobile dans la province de Stockholm au cours des 25 dernières années s'explique par de nombreux facteurs. La Figure 9. ci-dessous illustre l'importance de certains des principaux d'entre eux entre 1970 et 1995 :

Figure 9. **Évolution générale des transports dans la province de Stockholm -- quelques facteurs clés**



L'offre de transport public a presque doublé et augmenté même davantage que le nombre de véhicules-kilomètres de trafic routier. En revanche, la demande de transport public n'a augmenté que de 13 pour cent au cours des 25 dernières années. Le prix réel de l'essence a augmenté légèrement plus que les tarifs des transports publics (46 pour cent contre 43 pour cent). Le parc de véhicules, mesuré par le nombre de voitures en circulation, s'est accru de plus de 50 pour cent entre 1970 et 1995.

La population de la province de Stockholm a augmenté de 16 pour cent au cours des 25 dernières années, soit d'environ 250 000 habitants. Il y avait en 1990, 185 000 personnes de plus qu'en 1970 qui occupaient un emploi, mais la récession économique a fait perdre 115 000 emplois à la région entre 1990 et 1994.

Par ailleurs, l'étendue du réseau routier public n'a augmenté que de 1 pour cent et est donc pratiquement la même qu'en 1970, la plupart des nouvelles liaisons routières ayant remplacé de vieilles routes.

4.2.4. Résultats du modèle DRAG -- Estimation des élasticités

Le Tableau 3. résume les résultats du modèle en termes d'élasticités moyennes :

Tableau 3. **Vingt facteurs expliquent la croissance du trafic automobile entre 1970 et 1995**[4]

	Variable dépendante : véhicules-kilomètres par mois **Variables explicatives**	**Élasticité moyenne 1970-1995**	**valeur de t**
	Activités économiques		
1	Emploi (jours)	+ 1.107	(4.72)
2	Ventes au détail par personne pourvue d'un emploi, en prix constants	+ 0.267	(7.64)
3	Activités de loisirs (temps libre par jour de travail)	+ 0.211	(4.23)
4	Vacances au sens strict	+ 0.554	(4.41)
5	Population par personne pourvue d'un emploi	- 0.433	(2.09)
6	Nombre de touristes par véhicules-kilomètres	- 0.102	(3.98)
	Parc automobile		
7	Nombre d'automobiles en circulation par personne pourvue d'un emploi	+ 0.536	(2.11)
8	Nombre d'automobiles en circulation par personne pourvue d'un emploi (au carré)	- 0.255	(-2.70)
	Prix et transports publics		
9	Prix réel de l'essence	- 0.280	(-3.92)
10	Amélioration des transports publics -- variable indicatrice	(- 0.047)	(-0.72)
	Réseau routier et restrictions		
11	Nouvelles liaisons routières	+ 0.262	(3.78)
12	Restrictions de stationnement dans le centre-ville	(+ 0.046)	(0.80)
13	Limitations de vitesse temporaires	(- 0.022)	(-0.93)
14	Rationnement de l'essence (janvier 1974)	- 0.098	(-2.98)
	Données relatives au climat et au calendrier		
15	Température moyenne par mois	+ 0.057	(5.27)
16	Nombre de jours de neige par mois	- 0.029	(-3.39)
17	Période d'obscurité/de clarté entre 6 heures et 24 heures	- 0.168	(-7.30)
18	Nombre de jours de travail par mois	+ 0.632	(6.12)
19	Nombre d'autres jours par mois	(+ 0.0201)	(0.43)

	Evénements spéciaux		
20	Variable indicatrice pour la guerre du Koweit	- 0.051	(-1.04)
	Lambda 1 - valeur pour les variables activité et prix	***0.532***	(7.58)
	Lambda 2 - valeur pour la variable n° 7	***1.507***	(0.43)
	Terme auto-régressif : Rho:t-1	0.272	(+4.18)
	Terme auto-régressif : Rho:t-2	- 0.264	(-4.79)
	Terme auto-régressif : Rho:t-12	0.129	(-1.80)
	Pourcentage expliqué par le modèle R^2	**96.5 %**	

Note : Les élasticités indiquées entre parenthèses ne sont pas significatives au seuil de 10 pour cent.

Dans le Tableau 3. ci-dessus, le modèle de la demande d'utilisation du réseau routier pendant la période 1970-1995 dans la province de Stockholm est présenté du point de vue des élasticités moyennes, en ce qui concerne le **nombre de véhicules-kilomètres par mois**, qui est la variable dépendante.

Le nombre de véhicules-kilomètres est calculé d'après les ventes d'essence mensuelles et ajusté en fonction de la consommation du parc automobile, mais également de la température mensuelle moyenne. Lorsque la température tombe en dessous de 8°C, la consommation par kilomètre augmente et continue d'augmenter à mesure que la température se rapproche du point de congélation.

Les 20 facteurs retenus dans le modèle expliquent 96.5 pour cent de la variation totale de la production de trafic (véhicules-kilomètres) au cours des 25 dernières années.

Activités économiques

Le moteur des variables explicatives est la *variable emploi*. En effet, on estime qu'une hausse de 10 pour cent du nombre de personnes pourvues d'un emploi entraîne une augmentation de 15 pour cent du nombre de véhicules-kilomètres. La croissance de l'emploi entraîne une augmentation du revenu des particuliers, laquelle favorise à son tour la progression du taux de motorisation, ce qui régit bon nombre des activités en milieu urbain, comme la consommation privée et les activités de loisirs. En revanche, une croissance démographique de 1 pour cent qui ne s'accompagne pas d'une augmentation de l'emploi se traduit par une réduction du trafic automobile de 0.4 pour cent. En résumé, les personnes pourvues d'un emploi utilisent l'automobile, tandis que les autres utilisent les transports en commun ou se déplacent à pied ou à bicyclette.

La demande de transport est une demande dérivée. C'est la demande de toutes les activités mentionnées qui crée la demande de mobilité, et non le revenu en soi. C'est pourquoi nous n'avons pas inséré dans le modèle de variable le revenu des ménages ou des particuliers et avons plutôt mesuré la demande au moyen de cinq variables d'activité.

Lorsque les *ventes au détail en termes réels* augmentent de 10 pour cent, le trafic routier augmente de 2.7 pour cent, selon le modèle en série chronologique. Cet indicateur mesure l'effet des déplacements liés aux achats sur l'ensemble de la demande de trafic routier. L'élasticité correspondante de 0.27 pour Stockholm pourrait être comparée à un résultat très semblable obtenu au Québec et en Allemagne. Au Québec (où elle a été établie à 0.25) et en Allemagne (0.24). Ces résultats concordent donc étroitement les uns avec les autres[5].

Le parc automobile

Le *parc automobile* de la province de Stockholm -- qui est passé de 385 000 à 587 000 automobiles en circulation entre 1970 et 1995, soit une augmentation de 52 pour cent -- a contribué à l'accroissement du volume de trafic routier. Cependant, notre analyse montre que l'élasticité est de 0.54. Nous avons constaté un impact non linéaire -- lorsque la charge du réseau routier était extrêmement élevée, par exemple pendant l'été et les périodes de vacances. L'encombrement proprement dit semble être à l'origine d'un effet *négatif* de - 0.25 sur l'utilisation du transport routier.

Un modèle de type DRAG analogue a révélé un faible impact similaire du parc automobile sur l'utilisation du réseau routier en Allemagne, où l'on a effectué une estimation de la demande de pétrole entre 1968 et 1983 (en se fondant également sur des données mensuelles)[6]. On a ainsi obtenu une élasticité de 0.11, soit moins encore que ce que nous avons obtenu pour Stockholm (0.29 en moyenne). Compte tenu d'un certain niveau d'activité et toutes choses égales par ailleurs, la taille du parc automobile n'a pas d'effet déterminant sur l'utilisation de l'automobile.

On estime qu'une augmentation de 10 pour cent du *nombre de jours de loisirs* entraînerait un accroissement du trafic routier de 7.6 pour cent, compte tenu de l'effet combiné des loisirs proprement dits et du nombre de jours de congé. En revanche, si au lieu de faire varier de 1 pour cent le nombre de jours de travail on augmente d'un pour cent le nombre de jours de congé, l'effet net sera une réduction de 3.5 pour cent du volume total de trafic automobile.

Le réseau routier

Les *nouvelles liaisons routières* sont susceptibles d'influer sur le trafic routier de plusieurs façons. Une nouvelle route ou rue desservant un nouveau quartier résidentiel ou commercial "produit" pour ainsi dire de l'espace urbain. Dans ce cas, il serait normal de lui attribuer un certain accroissement du trafic routier, étant donné qu'elle met la mobilité à portée du nouveau quartier.

On reconnaît également qu'il y a amélioration de la qualité lorsqu'une route ou une rue de piètre qualité est remplacée par une nouvelle, plus confortable, qui est plus directe, ou plus large et comporte davantage de voies, ce qui permet de rouler plus vite. Les temps de déplacement en voiture se trouvent ainsi réduits, de sorte qu'il est également normal d'imaginer que la nouvelle liaison routière en question puisse attirer davantage de trafic.

Par contre, dans un troisième cas, une nouvelle route peut avoir pour effet de *réduire* le nombre total de véhicules-kilomètres dans l'ensemble de l'agglomération. C'est ce qui se passe, par exemple, lorsqu'une nouvelle liaison remplace un goulet d'étranglement, qu'une partie des automobilistes évitent habituellement en empruntant d'autres itinéraires moins directs, d'où une production excessive de véhicules-kilomètres. Le nouveau tronçon routier éliminant le goulet d'étranglement, les usagers de la route peuvent de nouveau prendre le trajet le plus court, non seulement en temps mais également en distance, ce qui a pour effet de réduire le nombre total de véhicules-kilomètres.

En utilisant le modèle chronologique présenté ci-dessus, nous avons constaté ces deux effets. En moyenne, la mise en service de 10 pour cent de nouvelles liaisons routières se traduit par une augmentation de 2.6 pour cent du nombre de kilomètres de trafic routier.

On pourrait penser qu'une limitation plus sévère *du stationnement* dans le centre-ville aura immanquablement pour effet de réduire le volume global de trafic routier, cette limitation devant en principe fonctionner comme une augmentation de prix. Or, les résultats que nous avons obtenus révèlent au contraire que les automobilistes, à seule fin d'éviter des droits de stationnement et des amendes plus élevées, allongent probablement leur parcours total. On constate qu'au bout de 25 ans d'application continue d'une limitation sévère du stationnement dans le centre-ville, le trafic routier a augmenté de 4.6 pour cent dans l'ensemble de la région. Cet effet n'étant pas statistiquement significatif, la conclusion doit être interprétée avec prudence.

Les *limitations de vitesse temporaires* sur les autoroutes urbaines (de 110 km/h à 90 km/h pendant l'été 1979 et de l'été 1989 au printemps 1992) ont contribué à réduire globalement le trafic routier de 2 pour cent. Cet effet n'est pas non plus significatif et doit donc être interprété également avec prudence.

Transports publics

Nous n'avons pu attribuer à l'extension visible du réseau de métro de Stockholm (pendant les années 70 et au début des années 80) aucune incidence significative sur les volumes de trafic routier. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il n'y en ait pas, mais seulement qu'il n'a pas été possible de la cerner au moyen du modèle utilisé. D'autres améliorations apportées aux transports publics (comme les nouveaux réseaux d'autobus et les nouvelles gares pour autobus) semblent avoir un impact minime sur la circulation automobile, puisque le modèle révèle une élasticité des kilomètres de circulation routière de - 0.05. Autrement dit, les mesures prises ont contribué à réduire le volume du trafic automobile de 5 pour cent entre 1970 et 1995, bien que l'estimation ne soit pas significative.

Prix de l'essence

Le *prix de l'essence* influe sur la demande de trafic routier (véhicules-kilomètres). Une augmentation de 10 pour cent du prix de l'essence en termes réels entraînerait une réduction du trafic automobile de 2.8 pour cent selon l'élasticité-prix moyenne estimée, qui est de - 0.28 au cours de la période de 25 ans considérée. Cette élasticité directe par rapport au prix de l'essence semble être d'un ordre de grandeur raisonnable. Dans d'autres modèles fondés sur des données chronologiques, par exemple celui de Marc Gaudry, appliqué au Canada, l'élasticité par rapport au prix de l'essence a été estimée à - 0.25, tandis que l'étude allemande déjà mentionnée, celle d'Ulrich Blum, aboutit à une élasticité de - 0.28, soit exactement la même que celle que nous avons obtenue pour Stockholm.

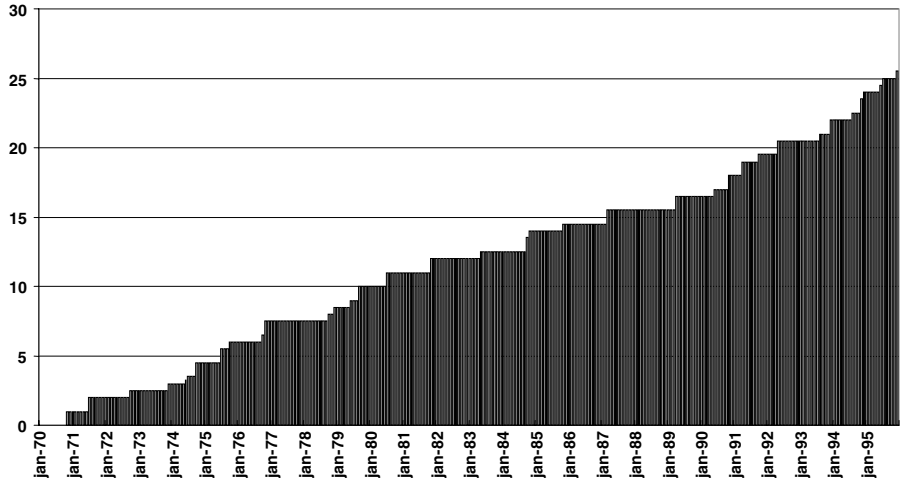
Incidence des nouvelles liaisons routières

Nous avons testé un grand nombre de variables du système de circulation susceptibles d'influer sur le taux d'accroissement du trafic dans la région de Stockholm au cours des 25 dernières années.

L'établissement de *zones de circulation* peut faire augmenter le volume global de trafic routier, du fait qu'il force les automobilistes à renoncer au plus court chemin. On a constaté une augmentation de 9 pour cent, bien que cette variable ne soit pas significative et doive par conséquent être interprétée avec prudence. Le phénomène devrait faire l'objet d'une étude plus poussée.

Entre 1970 et 1995, nous avons inventorié quelque 35 projets routiers différents. Nous avons testé leur impact sur le kilométrage routier total au moyen de deux méthodes. Dans la première, nous avons construit une variable qui s'apparente à une variable indicatrice et qui prend la valeur de "1" s'il s'agit véritablement d'une nouvelle liaison routière, de "1/2" s'il ne s'agit que d'une voie d'accès. Si l'on ajoute une autre liaison, la valeur est de "2". La variable "nouvelle liaison" ainsi que son profil dans le temps sont illustrés ci-dessous :

Figure 10. **Variable indicatrice "nouvelle liaison"**



On constatera dans la Figure ci-dessus qu'une dizaine de nouveaux projets routiers ont été lancés dans les années 70, et que les dix projets qui ont suivi ont été ouverts à la circulation au cours d'une période de 12 à 13 ans, tandis que quelque 9 nouveaux projets routiers ont été mis en service pendant la première moitié des années 90.

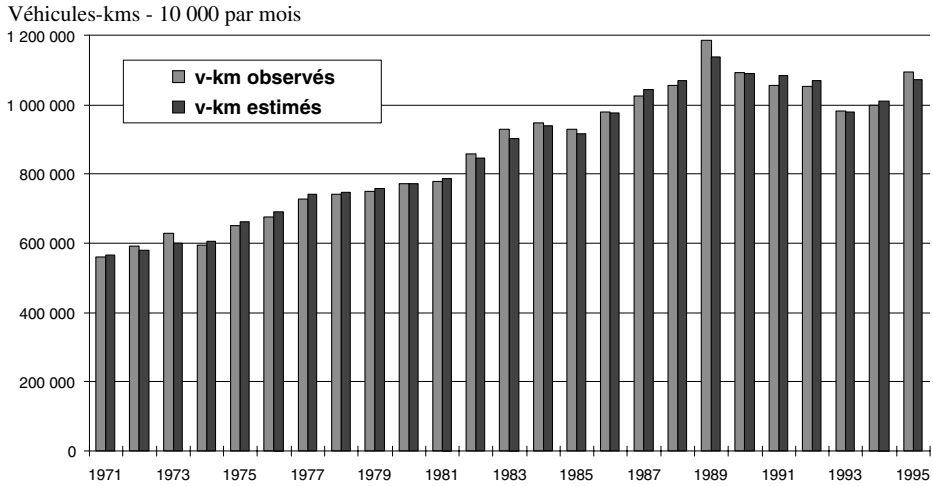
On estime qu'une augmentation de 1 pour cent du nombre de nouvelles liaisons routières se traduit par un accroissement de 0.26 pour cent du volume global de trafic routier (véhicules-kilomètres).

De toute évidence, la plupart des nouveaux projets routiers sont susceptibles d'avoir un impact *local* sensible sur les flux de circulation. Souvent, un route de contournement, par exemple, a effectivement permis de réorienter les courants de circulation pour dégager les rues du centre-ville. Le trafic motorisé perturbateur emprunte ainsi des itinéraires plus périphériques où il est moins nuisible aux piétons et à d'autres catégories de gens sensibles.

4.2.5. Comparaison entre la demande estimée d'après le modèle et la demande effective de circulation routière

La Figure ci-dessous illustre les résultats du modèle (en véhicules-kilomètres). La production de trafic observée et la production de trafic estimée au moyen du modèle (en véhicules-kilomètres) sont comparées d'année en année :

Figure 11. **Comparaison entre les nombres de véhicules-kilomètres routiers observés et estimés dans la province de Stockholm entre 1971 et 1995**



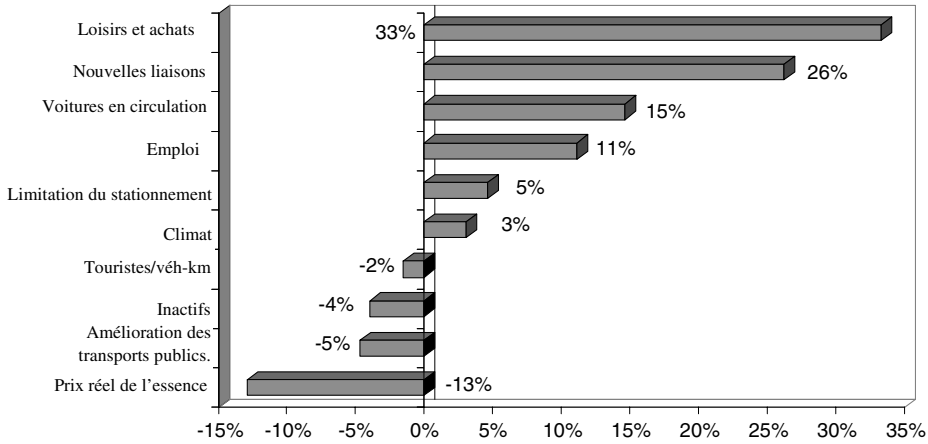
Les nombres de véhicules-kilomètres observés et estimés concordent assez bien dans l'ensemble. Pour une année donnée, les écarts entre le modèle et la réalité varient de 0 à 3 pour cent, à quelques très rares exceptions près, puisque le modèle a sous-estimé le kilométrage routier observé de 6.5 pour cent en 1973 et de 5.2 pour cent en 1989.

Dans les deux cas, la période considérée peut être caractérisée par un accroissement exceptionnel du trafic routier au cours des années précédentes.

4.2.6. Contribution de l'infrastructure routière à la croissance du trafic routier

Selon les estimations que nous avons obtenues au moyen de notre modèle, ce sont avant tout les activités de loisirs et les déplacements occasionnés par les achats qui sont responsables de l'expansion du trafic routier dans la province de Stockholm au cours des 25 dernières années. Ces activités expliquent en effet un tiers de l'accroissement du nombre de voitures-kilomètres produits.

Figure 12. **Contribution à la croissance du trafic routier dans la province de Stockholm entre 1970 et 1995, en pourcentage**



La croissance de l'emploi ajoute encore 11 pour cent au total. L'accroissement de 50 pour cent du parc automobile (automobiles en circulation) contribue pour 15 pour cent à l'augmentation du nombre de

voitures-kilomètres. La limitation du stationnement ainsi qu'un climat relativement plus clément y contribuent à eux deux pour 8 pour cent encore.

Les facteurs à l'origine d'une diminution du kilométrage routier réalisé sont l'augmentation du prix de l'essence, l'amélioration des transports publics ainsi que l'augmentation de la proportion d'inactifs (au cours des cinq dernières années).

Le facteur infrastructure routière, qui est mesuré par la variable "nouvelles liaisons routières", semble être responsable d'un quart (26 pour cent) de la croissance totale du trafic automobile. Cependant, il est important de savoir que cette mesure *a posteriori* de l'impact de l'infrastructure routière est une façon indirecte de suivre cet impact. Avec cette variable "quasi-indicatrice", nous avons tenté de cerner les gains de temps de déplacement en termes réels attribuables aux nouveaux projets routiers. Comme nous n'avons pas accès à l'ensemble des matrices de temps de déplacement pour chaque année de l'ensemble de la période considérée, c'est la méthode que nous avons choisie pour réaliser un projet aussi ambitieux.

5. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Dans le Chapitre 2, nous avons présenté une étude de cas empirique qui illustre l'impact *a posteriori* d'une autoroute urbaine à Stockholm. En 1966, le contournement ouest (*Essingeleden*), qui s'inscrivait dans le cadre du premier projet de périphérique (la petite ceinture), a été ouvert à la circulation, augmentant la capacité des trois ponts menant au centre-ville de Stockholm et encore en service aujourd'hui.

La nouvelle infrastructure absorbe 115 000 véhicules par jour. Ses principaux impacts révélés et confirmés par des données recueillies sur une période de 30 ans sont les suivants :

- l'accroissement de la capacité routière contribue à l'accroissement du volume de trafic dans le corridor concerné ;
- une route de contournement du centre-ville permet effectivement d'atténuer la charge de trafic excessive des voies urbaines et de réorienter les flux de circulation vers une nouvelle infrastructure mieux adaptée ;

– un contournement urbain -- tout au moins en ce qui concerne une ville de taille moyenne comme Stockholm -- peut conserver son utilité pendant une longue période, même si le trafic routier dans l'ensemble connaît un accroissement constant.

Dans le Chapitre 3, nous avons présenté une étude *ex ante* ainsi que des prévisions relatives au plan d'aménagement de la circulation en cours à Stockholm, à l'horizon 2005. Nous avons utilisé pour nos prévisions de trafic le modèle FREDRIK, qui est un modèle à logits emboîtés très fin de l'ensemble de la demande de déplacement, en utilisant le système EMME/2 comme modèle de l'offre des caractéristiques des réseaux de transport routier et public. Le plan comprend deux boulevards périphériques (l'achèvement du premier périphérique et un deuxième contournement ouest), des projets d'amélioration des transports en commun (modernisation du réseau ferré radial et aménagement d'une nouvelle ligne de métro léger tangentiel) ainsi qu'un système de tarification routière (péages). Les principales conclusions qui se dégagent de diverses études sur l'impact de la nouvelle infrastructure routière sont les suivantes :

– Par rapport aux variations liées aux hypothèses concernant les taux de croissance possibles de la population, du revenu des ménages ou des particuliers et du parc de voitures particulières, l'impact de la nouvelle infrastructure routière semble être limité.
– La différence entre la construction d'une infrastructure routière limitée (2 nouveaux tronçons de périphérique) et le projet complet (4 nouveaux tronçons) du point de vue du nombre total de véhicules-kilomètres urbains produits est estimée à 3 pour cent. Cet effet limité pourrait s'expliquer par le fait que les péages routiers réduisent la demande globale de circulation automobile, ce qui n'a pas encore été mis en oeuvre en Suède.
– Une grande variété de changements sont à prévoir dans la structure des déplacements routiers, dans la mesure où la création d'un nouvel espace routier (comparaison entre les projets de 2 tronçons et de 4 nouveaux tronçons) réduira le degré actuel d'encombrement. Les principaux résultats du modèle sont les suivants :
    - les déplacements en automobile seront légèrement plus longs (0.4 pour cent) ;
    - le nombre de déplacements en automobile augmentera (0.7 pour cent) ;
    - la part de l'automobile dans la répartition modale augmentera de façon marginale (pour passer de 56.2 à 56.5 pour cent) ;

- le nombre de déplacements par les transports publics diminuera légèrement (- 0.8 pour cent) ;
- le nombre d'automobiles-kilomètres augmentera (1.1 pour cent) ;
- le temps de déplacement en automobile pendant les périodes de pointe diminuera sensiblement (- 3.4 pour cent) ;
- la vitesse des automobiles en période de pointe augmentera sensiblement (3.8 pour cent).

Tous ces chiffres reposent sur un large éventail d'hypothèses et correspondent aux effets prévus dans le modèle demande-offre de déplacement. Le futur environnement des transports est cependant impossible à prévoir. Dans la réalité, de nombreux autres facteurs externes influeront en effet sur la structure effective des déplacements ainsi que sur le comportement de la population. Quelle part d'incertitude peuvent comporter les résultats obtenus au moyen de notre modèle ?

Dans le quatrième chapitre, nous avons adopté une méthode *ex post* pour estimer le rôle de l'infrastructure routière sur les niveaux de trafic automobile dans la province de Stockholm. Pour cela, nous avons utilisé un modèle fondé sur les données chronologiques concernant les ventes d'essence mensuelles au cours de 25 dernières années (entre 1970 et 1995).

Le trafic automobile -- mesuré par le nombre de véhicules-kilomètres produits -- a augmenté de 88 pour cent, soit de 2.5 pour cent par an. Le modèle de la demande comporte quelque 20 facteurs qui expliquent 96.5 pour cent de la variation totale de la demande de véhicules-kilomètres. Les résultats les plus importants qui se dégagent du modèle en ce qui concerne le rôle de l'infrastructure routière sont les suivants :

- Les nouvelles liaisons routières pourraient induire un accroissement du trafic routier, dans la mesure où elles ouvrent de nouveaux quartiers résidentiels et commerciaux à la mobilité.
- La nouvelle infrastructure routière pourrait *réduire* le nombre total de véhicules-kilomètres dans l'ensemble de l'agglomération. C'est ce qui se passerait par exemple si une nouvelle liaison routière remplaçait un goulet d'étranglement pour atténuer l'encombrement et laisser aux automobilistes davantage de latitude pour choisir un autre trajet plus court, d'où un moins grand nombre de véhicules-kilomètres.

– En moyenne, les résultats du modèle chronologique indiquent que tous les nouveaux tronçons routiers construits dans la région de Stockholm depuis 1970 ont contribué à une augmentation de 26 pour cent du nombre total d'automobiles-kilomètres.

En résumé, il semble évident qu'une offre accrue engendre sa propre demande, même en ce qui concerne l'espace routier. L'ampleur exacte du phénomène varie dans le temps et l'espace en fonction des conditions locales, du contexte socio-économique global et de la prospérité économique.

Il demeure difficile d'évaluer à la fois les impacts *ex ante* et *ex post* d'une nouvelle infrastructure, et il est donc très souhaitable que l'on accorde davantage d'attention à la recherche théorique et empirique.

NOTES

1. Modèles à logits emboîtés.

2. Mis au point par Marc Gaudry, du Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal (Canada), TRIO est un progiciel statistique destiné à estimer au moyen d'un modèle de régression multiple des variables dépendantes de types : niveau, part et probabilité.

3. Source 1 : "*Application du modèle économétrique DRAG-2 à la demande de kilométrage au Québec*" ; Actes de la VIIIème conférence multidisciplinaire canadienne sur la sécurité routière, 14-16 juin 1993, Sakatoon (Saskatchewan) par M. Gaudry, CRT, Université de Montréal (Québec), F. Fournier et R. Simard, Société de l'assurance automobile du Québec ; Source 2 : "*Aggregate Time-Series Gasoline Demand Models : Review of Litterature and New Evidence for West Germany*", par Ulrich Blum, Gertraud Foos et Marc Gaudry, Transportation Research A. Vol. 22A, n° 2, pages 75-88, 1988.

4. Variante du modèle : acvehkmbc:64.

5. Source : "*Application du modèle économétrique DRAG-2 à la demande de kilométrage au Québec*", M. Gaudry, M. Fournier et R. Simard, Actes de la conférence multidisciplinaire canadienne sur la sécurité routière, 14-16 juin 1993, Saskatoon (Saskatchewan).

6. Source : "*Aggregate Time-Series Gasoline Demand Models: Review of the Litterature and New Evidence for West Germany*", par Ulrich Blum, Gertraud Foos et Marc Gaudry, Transportation Research A. Vol. 22A, n° 2, pages 75-88, 1988.

RÉFÉRENCES

1. "*On the Evaluation of Comfort and Convenience -- A choice Analytic Approach*" ; Actes de la 15ème réunion annuelle du Transport Research Forum, vol. XV, n° 1 San Francisco, États-Unis, par Göran Tegnér, Staffan Algers et Stein Hansen, 1974.

2. "*Role of Waiting Time, Comfort and Convenience in the Choice of Mode for the Journey to Work*". Article paru dans "Transportation Research Record n° 534, Washington DC, 1975, par Göran Tegnér, Staffan Algers et Stein Hansen.

3. "*Sweden's state-of-the-art Report to the International Collaborative Study on Factors Affecting Public Transport Patronage*". Conseil suédois pour la recherche sur le bâtiment, document D7:1979, Stockholm, Suède.

4. "*The Stockholm experience -- Ten Years of Experience from Travel Demand Modeling -- and Ten Important Conclusions*". Communication présentée à la Conférence mondiale sur la recherche dans le domaine des transports (WCTR), Hambourg, 26-29 avril 1983, par Göran Tegnér.

5. "*Transportation Planning Problems, Travel Demand Modeling and Political Decision-Making -- the Stockholm Experience*" : communication présentée à l'occasion de la Conférence sur la recherche dans le domaine des transports, Zandvoort, Pays-Bas, septembre 1984.

6. "*The Use of Service Standards in Urban Public Transport Planning*", communication présentée au 46ème Congrès international de l'Union internationale des transports publics (UITP), Bruxelles, Belgique, 19-24 mai 1985.

7. "*The Role of Quantitative Methods in Urban Transport Planning -- the Stockholm Experience*", communication présentée au Séminaire international sur "la gestion et la planification des systèmes de transport urbain - de la théorie à la pratique", Université de Montréal, Canada, 25-29 août 1986. Par Göran Tegnér et Staffan Algers, TRANSEK AB, Solna, Suède.

8. "*A Coherent Transport Strategy for a Better Environment in the Stockholm Metropolitan Region*". Communication présentée au Conseil de l'Europe, Conférence permanente des pouvoirs locaux et régionaux de l'Europe, "L'amélioration de la circulation et de la qualité de vie dans les grandes agglomérations" ; Göteborg, 12-14 juin 1990, par Göran Tegnér, Gunnar Lind., Esbjörn Lindqvist, TRANSEK AB, Solna, Suède.

9. "*Improving Infrastructures and Traffic Management Systems in Northern European Cities : the Example of Stockholm Metropolitan Region*" dans ; "STOA Study on The technological City -- ideas and experiments in urban organization of mobility, transport, production and services", Évaluation des choix scientifiques et techniques, Direction générale des études, Rapport final, juin 1994.

10. "*Efficient Road Pricing -- an Assessment of Dynamic Road User Tolls in the Stockholm region*" par G. Johansson-Sverder, P. Nylander et G. Tegnér, TRANSEK AB, dans : "Urban Transport and the Environment II", sous la direction de J.M. Baldasano Reccio, L.J. Sucharov, Computational Mechanics Publications.

SYNTHÈSE DE LA DISCUSSION

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....315

2. QUELQUES CONTATS SUR LE TRAFIC INDUIT.....316

3. LES IMPLICATIONS MÉTHODOLOGIQUES ET POLITIQUES DU TRAFIC INDUIT.....320

4. CONCLUSIONS.....324

1. INTRODUCTION

La mobilité ne peut être considérée comme un bien économique traditionnel pour lequel plus la consommation est importante plus l'avantage net pour la collectivité est conséquent. En effet, l'usage de la voiture particulière engendre des externalités négatives qui ont des répercussions multiples. L'existence de la congestion montre que l'infrastructure n'est pas un bien public, mais peut s'apparenter à un bien privé avec des externalités. Le problème tient dans le fait que ces externalités ne sont notamment pas couvertes par des prix de transport adéquats. Le facteur limitateur que seraient justement des prix pertinents n'intervenant pas, on peut légitimement penser qu'il y a une surconsommation de transports. Certes, le recours à des services de transport tire sa justification d'autres activités, mais l'usage de ressources rares comme celles de l'environnement n'est sans doute pas le meilleur dans le domaine des transports. La problématique va même au-delà de ce simple constat. Les infrastructures sont de plus en plus spécifiques et adaptées à un mode, voire à un véhicule. En réduisant les temps de transport, ces infrastructures rendent possibles des formes de déplacement impossibles jusqu'à présent.

On peut en effet se demander si la mise à disposition d'infrastructures plus performantes par leur confort d'usage ou par la possibilité de se déplacer plus rapidement, n'induit pas un supplément de mobilité, les individus étant incités à utiliser ce surcroît de facilité. Si l'on omet le trafic induit des analyses, on risque de surestimer les bénéfices d'un projet en n'évaluant pas correctement la congestion ou les nuisances environnementales. Telles sont les questions qui ont dominé les débats de la Table Ronde. La Table Ronde a procédé en deux étapes pour aborder ces importantes questions et en cerner les conséquences : elle a tout d'abord tenté de rassembler les éléments d'un constat sur le trafic induit (point 2 de cette synthèse, quelques constats sur le trafic induit) avant d'analyser plus avant (point 3) les implications méthodologiques et politiques des évidences qui ont pu être collectées.

2. QUELQUES CONSTATS SUR LE TRAFIC INDUIT

On a besoin, tout d'abord, pour appréhender cette notion de trafic induit de concepts théoriques clairs et notamment d'une définition du trafic induit. Dans ce sens, la Table Ronde a adopté la définition proposée par MM. Cerwenka et Hauger dans leur rapport, qui est la suivante : on peut définir le trafic induit nouveau par le fait qu'il s'agit d'un trafic supplémentaire rendu possible par l'accroissement de l'attractivité de l'offre (s'agissant de l'infrastructure, par son extension ou son amélioration) et donc occasionné par les voyageurs qui exploitent en totalité ou partie ce potentiel.

Toutefois cette définition n'est pas totalement opératoire. Le contenu du trafic induit peut en effet varier par exemple avec le domaine géographique couvert, le temps, etc. Il faut comprendre que ce concept a une forte connotation politique : le trafic en fait n'est pas induit par les infrastructures mais il correspond à un réel besoin de mobilité des gens. Ce qui importe et ce qui est observable, c'est le trafic total. On peut aussi noter que le trafic induit intéresse le financement privé de l'infrastructure parce qu'il participe à la rentabilité de l'investissement. La détermination du trafic induit dépend de la comparaison entre deux états : l'un est observable (le trafic avec l'infrastructure) l'autre est théorique (le trafic sans infrastructure nouvelle). Aussi, il ne peut y avoir de réponse fiable, on ne peut avoir qu'une détermination approximative du trafic induit. De plus, les résultats sont dépendants de la période de temps : le phénomène étudié est un processus et non une constante.

Définir le trafic induit est également dangereux : il n'y a pas de raisons de privilégier le trafic induit par rapport à l'ensemble du trafic. L'on doit en fait se contenter de modéliser le trafic nouveau puisque l'on ne peut pas mesurer le trafic induit directement. Encore une fois, on ne peut mesurer que le trafic total. Aussi, une définition n'est pas nécessairement utile : on ne peut disposer que d'observations avant et après.

L'offre de capacités routières ne crée pas en elle-même de trafic supplémentaire, elle le permet simplement. Ce sont les activités économiques et sociales qui sont à l'origine du trafic supplémentaire. Le volume et la nature de ces trafics supplémentaires sont déterminés par un ensemble d'activités sociales. En règle générale, l'offre de capacité additionnelle amène un réaménagement des schémas de déplacement et peut se traduire, du fait de trafics supplémentaires, par un moindre accroissement des vitesses qu'escompté.

On dispose de preuves empiriques, théoriques et historiques de l'existence de trafics induits par une nouvelle capacité routière. Toutefois, ces preuves n'amènent pas une possibilité de détermination sûre (*a priori ex ante* et de calcul *ex post*) à cent pour cent du trafic induit. Il existe, en effet, quantité de réponses comportementales qui aboutissent à des trafics supplémentaires. Le trafic induit varie beaucoup en fonction des circonstances locales et de facteurs davantage macro-économiques. A long terme, le trafic induit sera notamment sensible à la progression des revenus, au prix d'usage de la voiture particulière, au prix des autres modes et à leur attrait. A un échelon plus local, le trafic induit dépendra de la taille du nouvel investissement de capacité -- c'est-à-dire des augmentations de vitesse qu'il autorise--, du degré existant de congestion, des conditions géographiques locales (occupation des sols pour différentes activités), des routes alternatives et de leur attrait. On peut par ailleurs noter qu'avec une nouvelle infrastructure, plus le réseau est petit, plus le poids des changements sera important.

Dans le cas d'une nouvelle infrastructure routière, on peut compter, selon des estimations concordantes, sur une augmentation moyenne de mobilité de 10 pour cent à court terme et de 20 pour cent à plus long terme avec toutefois une dispersion importante qui fait que le trafic induit peut varier selon les cas entre 0 et 40 pour cent.

Beaucoup d'experts de la Table Ronde ont fait remarquer que l'on étudie le trafic induit en posant pour hypothèses que toutes les conditions demeuraient égales par ailleurs, ce qui n'a guère de sens lorsque l'on pense que ce sont justement aussi les modifications du contexte économique et social qui expliquent l'induction de trafic ou des changements dans les trafics (dus à une fermeture d'usine par exemple) et que l'on étudie l'induction de trafic et ces changements sur le long terme.

Pour pouvoir observer un trafic induit, il faut une zone spatiale délimitée sur laquelle on dispose de données suffisantes sur une période de temps longue et de l'exemple d'une amélioration significative de l'offre d'infrastructures, ce qui est rarement le cas. Ceci explique sans doute les limitations des exemples existants. Par ailleurs, le trafic induit n'est pas seulement le trafic en augmentation. Il y a des effets non linéaires importants avec simultanément des trafics en hausse et des trafics en baisse.

Ce qui importe sur le peu d'exemples complets disponibles, c'est de constater comment la mobilité s'est exprimée. Cela est vérifiable par un relevé de données même s'il ne s'agit pas d'une loi intangible modélisable. On peut être amené à constater, par exemple, qu'à long terme, les ménages et les entreprises déménagent, influant ainsi sur l'étendue des trafics. Dans ces conditions, il ne suffit pas d'analyser les évolutions sur une année, il faut pouvoir cumuler les observations dans le temps. La première année, un effet de nouveauté peut amener une forte induction de trafic qui ne se reproduira pas les années ultérieures.

En effet, avec l'offre d'une nouvelle infrastructure, des individus peuvent être attirés par la nouveauté et induire un effet spécifique qui s'estompera avec le temps. On peut en effet distinguer plusieurs phases avec le trafic induit : le court terme, une phase d'équilibre et le long terme où d'autres facteurs interviennent comme les délocalisations pour pleinement profiter des opportunités offertes par la nouvelle infrastructure. Il n'y a d'ailleurs pas que les ménages qui peuvent déménager, les entreprises également peuvent profiter des nouvelles opportunités de transport. Aussi, importe-t-il d'appréhender les phénomènes dans leur globalité.

Les changements qui peuvent se manifester sont des changements d'horaire de déplacement ou d'itinéraire voire de mode de transport si ce n'est de localisation pour profiter au mieux, comme il vient d'être indiqué ci-dessus, des opportunités offertes par la nouvelle infrastructure. Si l'on considère les raisons pour lesquelles un changement peut avoir lieu, on se rend compte qu'un changement d'itinéraire ou encore d'horaire peut être décidé au jour le jour. Un changement modal nécessite au contraire de rompre des habitudes, ce qui peut être fait à l'occasion d'une nouvelle offre attrayante de transport. Un changement de travail peut intervenir, mais l'on constate en moyenne un tel changement tous les quatre ou cinq ans tandis qu'un changement de lieu de résidence est effectué tous les sept ans en moyenne. Les chiffres figurant ci-dessus sont ceux qui ont été mis en évidence pour le Royaume-Uni.

Ces indications montrent qu'il faut inscrire les déplacements dans un contexte socio-économique plus large. Un autre exemple peut en être donné avec le TGV dont on a pu constater qu'il induisait des déplacements plus fréquents et plus courts. En fait, un tel type de déplacements se constate pour d'autres activités en Europe, tels les déplacements de loisirs. On peut ainsi considérer qu'une amélioration des transports est le fait d'une société qui crée une offre de transport pour répondre à des besoins qui correspondent à des transformations sociales (ici le besoin de gains de temps pour permettre des

déplacements plus fréquents). Ainsi, la mobilité change, elle s'accélère en réponse à des évolutions sociétales même si elle demeure contrainte par les prix et par le temps.

A propos de temps de transport, la Table Ronde a évoqué la notion de "budget-temps" de transport constant pour noter qu'il s'agit bien là d'une notion que les analyses ou enquêtes ont tendance à mettre en évidence. Mais cette appréciation a été combattue par certains participants de la Table Ronde qui n'y voient qu'une apparence. Malgré tout, en matière de mobilité, tout se passe comme si les personnes avaient mis à profit les améliorations infrastructurelles pour aller plus loin dans le même laps de temps en s'installant par exemple à la périphérie des villes. Il s'agit pleinement d'une illustration du principe qui veut qu'avec la mise à disposition d'infrastructures, on crée un trafic qui utilisera pleinement les nouvelles facilités.

On a cité au cours de la Table Ronde l'exemple de villes (la ville de Munich a surtout été mentionnée au cours de la Table Ronde) qui ont développé leur offre de transport public mais qui ont de ce fait incité les individus à s'installer à la périphérie des villes, là où ils deviennent ensuite tributaires d'une voiture particulière. Ainsi, il n'y a pas que la route qui induit un trafic routier et un tel effet est particulièrement durable. L'offre de transport public peut aussi induire une demande d'usage pour des infrastructures routières. Ceci montre qu'il est très difficile de prédire les conséquences de la création d'infrastructures quelles qu'elles soient, notamment parce que l'on a pas su prévoir le taux de motorisation des ménages et le fait que les ménages allaient utiliser leur voiture pour des déplacements du type "*shopping*".

Lorsque l'on analyse différents exemples de mobilité induite, l'on se rend compte que les situations sont très diversifiées, elles sont le reflet de la complexité de la réalité. Les grands systèmes d'infrastructure induisent un supplément de mobilité, mais en même temps, ils concentrent cette mobilité sur quelques axes lourds, entraînant par là même des réorganisations spatiales. Aussi, là également, la compréhension des changements de comportement -- observables à travers des changements de mobilité -- renvoie à d'autres analyses, celles de transformations sociales.

Ce que recherchent les particuliers par leurs réactions ou comportements d'adaptation, c'est une meilleure qualité de vie, ce qui prouve bien l'ancrage social de ces mêmes réactions. Chaque acteur qui se déplace a une raison de le faire, le trafic induit correspond à une demande dérivée.

L'équilibre final dû au trafic induit est difficile à déterminer étant donné que les vitesses d'ajustement varient en fonction de pratiques locales, il n'existe en effet pas de règle générale qui serait transposable d'un exemple à l'autre. Les changements dans l'utilisation de l'espace pour l'habitat ou pour d'autres fonctions prennent plusieurs années pour se matérialiser. Dans le même temps, les facteurs qui jouent sur la mobilité prendront pleinement leur effet, il s'agit du coût d'usage de la voiture particulière, des aménagements routiers et ferroviaires, des modulations de tarifs ferroviaires (et aériens le cas échéant) et de la qualité d'offre de ces modes. Aussi, comme il a déjà été indiqué dans cette synthèse, il est difficile de réfléchir toutes choses égales par ailleurs.

3. LES IMPLICATIONS MÉTHODOLOGIQUES ET POLITIQUES DU TRAFIC INDUIT

S'il est vrai que le trafic induit bénéficie des nouvelles conditions de circulation -- ce qui est un avantage brut pour la collectivité --, il participe à l'augmentation de la congestion et des nuisances environnementales, ce qui réduit d'autant et parfois de beaucoup l'avantage brut. Le résultat net dépendra en fait du degré de congestion existant si bien que dans les zones encombrées, cet avantage net sera diminué voire sera négatif si le nouvel investissement contribue à ajouter par trop de trafics à une aire déjà saturée, avec toutes les conséquences environnementales que l'on sait. Le trafic induit révèle certes un avantage pour ceux qui en bénéficient, mais il correspond à une gêne pour les autres usagers qui souffrent d'un supplément de congestion. Pour dresser un bilan, il y a lieu en outre de tenir compte des effets externes qui doivent être intégrés dans les analyses coûts-avantages.

Dans certains cas, le trafic induit sera suffisant pour faire la différence dans la décision de réalisation de l'infrastructure, notamment s'il s'agit d'un financement privé de l'infrastructure puisqu'il pourra rendre cet investissement rentable, mais l'on doit comprendre que les équations ne sont pas simples, dans la mesure où la voie ferré produit aussi des trafics routiers. Beaucoup dépend des circonstances locales. Il n'y a donc pas de modélisation standard qui soit possible. Il faut en effet que les instruments utilisés soient peu sensibles aux circonstances particulières

Pour en revenir à la question de l'appréciation de la mobilité induite -- c'est-à-dire de son ampleur--, la disposition d'observations à ce sujet est indispensable. L'idéal théorique serait de disposer d'études "avec" et "sans" mais il faut se contenter d'études "avant" et "après". Il ne suffit pas en outre de disposer d'observations avant-après uniques, il faut en effet disposer de multiples observations après la mise en service de l'infrastructure. Il ne suffit par ailleurs pas d'observer un tronçon, il faut observer tout un réseau pour saisir les tendances et ce d'autant plus que la complexité des réseaux va croissant. Les études doivent être conçues précisément pour l'objectif que l'on poursuit et non pas dérivées d'autres études.

Il n'y a pas non plus une seule méthodologie valide pour observer et comprendre ces phénomènes. C'est plutôt en rassemblant des approches complémentaires, entre des enquêtes sur le terrain et des modèles théoriques qui présupposent les liens entre les variables explicatives, que l'on peut espérer y voir plus clair. Les modèles permettent de mettre en évidence des causalités, mais ils ne peuvent mettre en lumière des causalités croisées plus complexes. En effet, il faut concevoir que les décisions individuelles peuvent être liées en cascade à d'autres décisions. Par exemple, le déménagement d'une entreprise peut amener le déménagement ultérieur de certains de ses salariés. Aussi, en plus des approches statistiques et par modèle, il faut mettre en place des processus d'observation plus qualitatifs pour observer les phénomènes qui ne peuvent être liés par des causalités simples. Les modèles permettent d'interpréter les enquêtes et d'éliminer l'incidence de certains effets, comme la hausse du prix des carburants. l'idéal serait aussi dans certains cas de pouvoir disposer des statistiques d'entreprises, mais ces dernières sont souvent couvertes par le secret commercial.

Dans la mesure où ce qui compte n'est pas seulement le montant total du trafic induit mais sa décomposition entre différents motifs, on a besoin d'analyses statistiques particulièrement fines pour cerner des phénomènes qui demeurent mal connus. Tout ceci milite en faveur d'un recueil complet de statistiques avant et après la mise à disposition d'une nouvelle infrastructure pour mieux comprendre les tendances. Ces tendances peuvent également être décortiquées par des modèles, dont on devra accepter qu'ils soient complémentaires d'une pure approche d'observation statistique. Il n'y a pas une seule démarche souhaitable pour observer et comprendre les phénomènes d'induction de trafic, mais c'est plutôt par le jeu des analyses simultanées que l'on peut espérer y voir plus clair. Par ailleurs, les enquêtes seules ne suffisent

pas, les modèles interviennent en complément pour interpréter les résultats des enquêtes dans la mesure où l'on ne dispose pas d'outils pour mesurer les comportements individuels.

Les enquêtes doivent répondre à certaines exigences fondamentales : les panels doivent être stables, les individus peu mobiles (pas de déménagement) et représentatifs. Ceci montre à quel point l'on a besoin de statistiques fiables, point qui est d'ailleurs l'une des conclusions de la Table Ronde. Toutefois, on a d'autant plus besoins de statistiques de qualité que la recherche d'une extrême précision, par un chiffrage unique, dans la mesure de la mobilité induite, serait probablement une erreur. Il s'agit d'un phénomène que l'on ne peut qu'approcher avec une forte approximation.

Le besoin de statistiques fiables se comprend fondamentalement dès lors que l'on considère à quel point les bases statistiques sont des paramètres très importants pour comprendre et agir. La confrontation des analyses n'est possible qu'à partir d'une mesure des phénomènes. Dans la mesure où la disposition d'observations est un passage incontournable pour mieux comprendre les phénomènes, la Table Ronde a suggéré qu'une partie (au demeurant faible) des sommes qui sont consacrées à la construction d'infrastructures soit consacrée à des enquêtes socio-économiques sur leurs conséquences. L'on disposerait ainsi à terme d'un patrimoine de connaissances qui pour l'instant fait défaut dans la plupart des cas. Ainsi, la problématique du trafic nouveau pourrait être intégrée dans les analyses et être débarrassée de toute idéologie. En répétant les analyses à intervalle de temps régulier (par exemple tous les cinq ans), l'on pourrait intégrer les changements de pratiques spatiales qui ne se manifestent que dans le long terme.

Si l'on regarde les implications de nature plus politique du trafic induit, l'on se rend compte que les grands systèmes tels que le TGV génèrent, comme il a été indiqué dans la première partie de cette synthèse, certes un surcroît de mobilité, mais en même temps ils freinent les mouvements de délocalisation et concentrent les déplacements sur quelques axes forts. Ils entraînent de ce fait des réorganisations spatiales. L'on doit se demander si une telle concentration sur des axes lourds est souhaitable collectivement. L'appréciation que l'on a de l'impératif de vitesse correspond à une pratique sociale qui précisément valorise la vitesse et le temps gagné, alors que dans une société d'inactivité croissante (chômage), le temps peut prendre un sens différent dans la mesure où la société devient duale à ce sujet. Il y a ceux qui continuent à valoriser les gains de temps et d'autres qui éprouvent une autre appréciation. Des conflits peuvent apparaître

entre ceux qui sont en faveur de ces nouvelles infrastructures et des opposants. Ces conflits portent sur le mode de représentation et d'appropriation de l'espace social et donc du temps.

Les grandes infrastructures favorisent les agglomérations parce qu'il s'agit de territoires à choix multiples pour les individus, mais en participant à une polarisation de l'espace autour de quelques grands centres, ces infrastructures renforcent le poids des pôles qui génèrent alors de nouveaux déplacements.

Il est clair que l'un des messages de la Table Ronde est que par l'intermédiaire d'une politique d'infrastructures l'on peut orienter la mobilité. Mais, la compréhension des changements de comportement renvoie plus fondamentalement, ainsi qu'il a déjà été souligné dans cette synthèse, à des changements dans les pratiques sociales. L'on doit donc bien analyser les tendances sociales, comme l'accession à la propriété individuelle pavillonnaire, si l'on veut anticiper les changements de mobilité. Toute information est en fait à utiliser de manière constructive, pour pouvoir anticiper les évolutions.

Dans ce sens, la Table Ronde a insisté, encore une fois, pour souligner que les modèles avaient leur utilité pour déterminer les évolutions possibles à partir d'un jeu d'hypothèses. Toutefois, la complexité de certains modèles rebute l'homme politique qui n'y verra qu'une fiction. Il importe que l'homme politique reste à l'écoute du scientifique qui peut lui présenter des analyses qui demeurent pertinentes quelle que soit la complexité de l'instrument technique utilisé. Ceci est d'autant plus vrai qu'en ce qui concerne le trafic induit, on ne peut transposer les résultats d'un exemple sur une autre zone : il importe de décortiquer les fondements des changements de comportement, ce qui peut passer par une étape indispensable de modélisation.

La mobilité induite pose la question de fond de savoir si plus de mobilité est un fait positif. En fait, on doit comprendre que plus d'accessibilité est positif mais pas nécessairement la mobilité. On en revient à la question de la tarification de la mobilité : le prix de cette mobilité en conséquences environnementales devrait être perçu par l'usager qui emprunte une infrastructure.

Il s'agit là de l'une des implications plus directes pour la politique des transports du trafic induit. L'on est en effet obligé de considérer que le prix de la mobilité n'est pas payé par les usagers des modes de transport. Soit les coûts infrastructurels ne sont pas couverts (transports publics), soit les externalités ne sont pas dûment payées (transport routier). Si l'on veut limiter le trafic induit,

l'on doit rechercher des prix de transport pertinents, c'est-à-dire à hauteur des coûts économiques, sociaux et environnementaux engendrés. Cela peut passer par une variabilisation accrue des taxes.

Une fois qu'une tarification adéquate aura été envisagée par un *road pricing* qui limitera la circulation, l'on pourra affecter une partie de l'espace libéré sur les infrastructures routières à des transports publics ou à des modes prévenants pour l'environnement. L'on devrait d'ailleurs apprendre dès l'école combien ces modes prévenants sont à ne pas négliger lorsque la substitution est possible.

4. CONCLUSIONS

La crise économique peut remettre en question l'adhésion à des valeurs comme la vitesse en jetant un doute social sur son efficacité économique et le temps épargné. En fait, les situations et réactions individuelles sont très diversifiées, reflet de la complexité de la réalité. Il n'en demeure pas moins vrai que l'on peut anticiper que le phénomène de mobilité induite se poursuivra dans l'avenir. On ne peut que déplorer que l'information statistique disponible ne soit pas suffisante pour tirer toutes les implications possibles des exemples existants. Encore une fois, il serait souhaitable que chaque projet infrastructurel important réalisé fasse l'objet d'un suivi de ces conséquences socio-économiques. Un tel suivi implique un recueil de données étalé dans le temps, c'est-à-dire à différentes périodes avant et après la réalisation de l'infrastructure. A partir de là, différentes méthodes peuvent être employées et méritent d'être employées conjointement pour cerner le trafic induit tant il n'existe pas de méthode qui soit plus pertinente qu'une autre pour mesurer le trafic induit.

Sur un plan plus concret, il faut améliorer les techniques d'enquêtes et les modèles même si cela est coûteux. Les instruments d'évaluation doivent aussi être perfectionnés si l'on souhaite obtenir de meilleurs processus de décisions.

Plus fondamentalement, le trafic induit renvoie comme nous l'indiquions en introduction de cette synthèse à la question du prix de la mobilité. Celle-ci devrait être tarifée à hauteur du coût des externalités multiples du transport. C'est là la seule condition pour que le trafic induit corresponde à une rationalité économique réelle et qu'il ne soit plus anarchique.

Enfin, les liens entre la politique infrastructurelle et les autres politiques doivent être considérés. Une action par les infrastructures ne peut être valable que si elle s'intègre dans une approche politique globale qui évite de "compartimenter" l'action politique. On ne peut par exemple s'étonner du trafic induit lorsque l'on considère que la politique d'habitat a favorisé la désertification urbaine au bénéfice de l'habitat pavillonnaire des banlieues. A partir de là, le besoin d'infrastructures périurbaines et leur usage se sont multipliés. Une cohérence d'ensemble dans l'action politique est donc à rechercher. Il peut être souhaitable d'éviter que la planification des sols et la politique des transports relèvent de ministères différents.

LISTE DES PARTICIPANTS

Dr. Derek WOOD, Q.C. **Président**
Principal
St. Hugh's College
GB-OXFORD OX2 6LE

Prof. Dr. Peter CERWENKA **Co-rapporteur**
Institut für Verkehrssystemplanung
Technische Universität Wien
Gusshausstrasse 30/269
A-1040 VIENNA

Dr. Georg HAUGER **Co-rapporteur**
Institut für Verkehrssystemplanung
Technische Universität Wien
Gusshausstrasse 30/269
A-1040 VIENNA

Prof. P.B. GOODWIN **Rapporteur**
Centre for Transport Studies
University College London
Gower Street
GB-LONDON WC1E 6BT

Prof. J.M. MENENDEZ **Rapporteur**
ETSI de Caminos, Canales y Puertos
Dpto. Ingenieria Civil. Transportes
Planta 5ª
Ciudad Universitaria s/n
E-28040 MADRID

Dr. François PLASSARD **Rapporteur**
Directeur de Recherche CNRS
Laboratoire RIVES (UMR CNRS 5600)
École National des Travaux Publics de l'État
F-69518 VAULX EN VELIN

Monsieur Jean-Pierre ARDUIN
Service des Nouvelles Infrastructures et de la Grande Vitesse
SNCF
10 place de Budapest
F-75009 PARIS

Monsieur le Professeur Dr. G.J. BLAUWENS
Universiteit Antwerpen (UFSIA)
Prinsstraat 13
B-2000 ANTWERPEN

Professor Ulrich BLUM
Technische Universität Dresden
Fakultät Wirtschaftswissenschaften
Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre,
insbes. Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung
Schumannbau C264
Münchner Platz
D-01062 DRESDEN

Monsieur Yves DELACRETAZ
Collaborateur scientifique
École Polytechnique Fédérale de Lausanne
EPFL DGC-TEA
CH-1015 LAUSANNE

Mr. Faustino GOMES
TIS - Transportes, Inovaçâo e Sistemas, A.C.E.
R. Vichena Barbosa 11
P-1000 LISBOA

Mrs. Kathrin GRÜTZMANN
Steinbeis-Transferzentrum
Angewandte Systemanalyse - Stuttgart
Schönbergstrasse 15
D-70599 STUTTGART

Prof.Dr. Rer.Nat. Günter HAAG
Head
Steinbeis-Transferzentrum
Angewandte Systemanalyse - Stuttgart
Schönbergstrasse 15
D-70599 STUTTGART

Dr. Christian Overgaard HANSEN
Tetraplan
Badstuestraede 8, 3
DK-1209 COPENHAGEN K

Monsieur Michel HOUEE
Chargé de mission
SFS/DAEI
Ministère de l'Équipement, du Logement,
des Transports et du Tourisme
Tour Pascal B
F-92055 PARIS LA DEFENSE CEDEX 04

Monsieur Olivier KLEIN
Laboratoire d'Économie des Transports (LET)
ENTPE
rue Maurice-Audin
F-69518 VAULX-EN-VELIN CEDEX

Mr. Werner KOVACIC
Bundesministerium für Öffentliche Wirtschaft
und Verkehr
Radetzkystrasse 2
A-1030 WIEN

Mr. Odd I. LARSEN
Chief Research Officer
TØI - Institute of Transport Economics
P.O. Box 6110 ETTERSTAD
N-0602 OSLO

Monsieur Daniel LE MAIRE
Transportation Adviser
Eurotunnel
B.P. 69
F-62231 COQUELLES

Prof. Peter J. MACKIE
Deputy Director
Institute for Transport Studies
University of Leeds
GB-LEEDS LS2 9JT

Prof.Dr. Rico MAGGI
Socioeconomic Institute
Universität Zürich
Haldenbachstrasse 44
CH-8006 ZURICH

Mr. Jan MARTINSEN
Head of Division
Norwegian Public Roads Administration
Directorate of Public Roads
Box 8142 Dep.
N-0033 OSLO

Mr. Olaf MEYER RÜHLE
Principal Consultant
PROGNOS AG
Missionsstrasse 62
CH-4012 BASEL

Prof. Rainer MEYFAHRT
Kasseler Verkehrsgesellschaft (KVG)
Königstor 3-13
D-34117 KASSEL

Monsieur Olivier MORELLET
Chef de la Division
Transports Interrégionaux de Personnes
INRETS
2 avenue du Général Malleret-Joinville
F-94114 ARCUEIL CEDEX

Prof. Antonio MUSSO
Dipartimento di Ingegneria Civile
Università di Salerno
15 via Domenico Cirillo
I-00197 ROME

Professor Marco PONTI
President
TRT Trasporti e Territorio SRL
Piazza Arcole 4
I-20143 MILAN

Mr. Jesus RUBIO
Jefe del Area de Planeamiento
Ministerio de Fomento, Direçção General de Carreteras
P[a] de la Castellana, 67-8[a] Planta
Despacho C-828
E-28071 MADRID

Ass.Prof.Dr. Josef M. SCHOPF
Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
Technische Universität Wien
Gusshausstrasse 30/231
A-1040 WIEN

Prof. Folke SNICKARS
Department of Infrastructure and Planning
Royal Institute of Technology (KTH)
Valhallawägen 79
S-100 44 STOCKHOLM 70

Mr. Göran TEGNÉR
Business Manager International
Transek AB
Solna Torg 3
S-17145 SOLNA

Professor A. VAN DER HOORN **Observateur**
Transport Research Centre AVV
Ministry of Transport, Public Works
and Water Management
P.O. Box 1031
NL-30012BA ROTTERDAM

Prof. Dr. Manfred WERMUTH
Technische Universität Braunschweig
Institut für Verkehr und Stadtbauwesen
Pockelsstrasse 3
D-38106 BRAUNSCHWEIG

Professor Dr. W. WINKELMANS
Head of the Department of Transport Economy
Rijksuniversitair Centrum Antwerpen
Universiteit Antwerpen
Middelheimlaan 1
B-2020 ANTWERPEN

SECRÉTARIAT DE LA CEMT

Monsieur Gerhard AURBACH, Secrétaire Général

Mr. Jack SHORT, Secrétaire Général Adjoint

DIVISION DES RECHERCHES ÉCONOMIQUES, DES STATISTIQUES ET DE LA DOCUMENTATION

Monsieur A. RATHERY, Chef de Division

Monsieur M. VIOLLAND, Administrateur

Mrs. Julie PAILLIEZ, Assistante

Mrs. Jane MINOUX, Assistante

Melle Françoise ROULLET - Assistante

ÉGALEMENT DISPONIBLES

Des chemins de fer, pour quoi faire ? - Séminaire International, CEMT (1995)
(75 95 10 2) ISBN 92-821-2207-7 France FF230 Autres pays FF 300 $US62 DM86

13ème Symposium International sur la Théorie et la Pratique dans l'Économie des Transports. Transports : A problèmes nouveaux, solutions nouvelles (1996)
(75 96 03 2) ISBN 92-821-2212-3 France FF450 Autres pays FF 565 $US112 DM164

La messagerie express. Série CEMT - Table ronde 101ème (1996)
(75 96 04 2) ISBN 92-821-2214-X France FF110 Autres pays FF 145 $US28 DM42

Réduire ou repenser la mobilité urbaine quotidienne ? Série CEMT - Table ronde 102ème (1996)
(75 96 06 2) ISBN 92-821-2216-6 France FF260 £34 $US50 DM76

La séparation infrastructure/exploitation dans les services ferroviaires. Série CEMT - Table ronde 103ème (1997)
(75 97 02 2P) ISBN 92-821-2221-2 France FF295 £38 $US58 DM86

Les nouvelles tendances de la logistique en Europe. Série CEMT - Table ronde 104ème (1997)
(75 97 05 2P) ISBN 92-821-2224-7 France FF215 £28 $US42 DM63

Prix de vente au public dans la librairie du siège de l'OCDE.

LE CATALOGUE DES PUBLICATIONS de l'OCDE et ses suppléments seront envoyés gratuitement sur demande adressée soit à l'OCDE, Service des Publications, soit au distributeur de l'OCDE de votre pays.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(75 98 07 2 P) ISBN 92-821-2232-8 – No. 50148 1998