

Rapport

L'induction de trafic

Revue bibliographique



Page laissée blanche intentionnellement

Sommaire

Table des matières

Chapitre I : Cadres théoriques.....	5
1 - Les enjeux de la connaissance du trafic induit.....	6
2 - Composantes du trafic induit	7
3 - Apports des théories économiques	8
3.1 - Offre et demande de transport.....	8
3.2 - Coût généralisé et valeur du temps.....	8
3.3 - Représentation graphique.....	10
3.4 - Élasticité de la demande de trafic.....	11
Chapitre 2 : Modélisation du trafic induit	12
2.1 - Estimation des élasticités et utilisation.....	13
2.1.1 - Elasticité-capacité : lien entre taille de réseau et trafic.....	13
2.1.2 - Elasticités de la demande au coût généralisé.....	17
2.1.3 - Limites d'utilisation des élasticités.....	19
2.2 - Modèles de déplacement.....	20
2.2.1 - Principes des modèles à quatre étapes.....	20
2.2.2 - Prise en compte du trafic induit dans les modèles à quatre étapes.....	21
2.2.3 - Limites.....	21
Conclusion et perspectives.....	23
Bibliographie.....	24
Table des abréviations.....	26
Glossaire.....	27

Introduction

Lorsqu'une étude est réalisée pour évaluer le potentiel de trafic d'une nouvelle infrastructure, ou d'un nouveau service de transport, il est courant qu'une part du trafic soit identifiée en tant que "*trafic induit*" que Mokhtarian et al. (2002) définissent comme étant "*l'incrément des nouveaux véhicules dans le trafic qui n'auraient pas été là sans une augmentation de capacité*".

Si en théorie, le trafic induit est uniquement le résultat d'un effet d'offre, on constate qu'en pratique, la prise en compte du trafic induit dans les études de trafic n'est pas toujours aisée, que ce soit du point de vue de sa définition exacte ou de la méthode de calcul. Dans certains cas, par exemple pour les études routières, le trafic induit dépend mécaniquement de l'abaissement des coûts de transport, sans tenir compte de l'environnement de la nouvelle infrastructure. Dans d'autres, notamment pour les études faisant appel à un modèle à quatre étapes, l'existence d'un trafic induit peut être avérée[1] mais il ne peut être estimé au moyen d'une méthode normalisée. En conséquence, la prise en compte du trafic induit dans les études de déplacements fait régulièrement débat.

L'objet de cette étude est de présenter une brève synthèse de la littérature scientifique existante sur le sujet, autant pour clarifier cette notion de trafic induit, que pour une première approche des méthodes actuellement utilisées, ou du moins recommandées, pour le prendre en compte.

[1] en prenant en compte l'évolution de l'occupation des sols

Chapitre I

Cadres théoriques

1 - Les enjeux de la connaissance du trafic induit

Cervero (2001)^[2], fait remonter la notion de trafic induit à 1956, il est alors défini comme : « the added component of traffic volume which did not previously exist in any form, but which results when new or improved transportation facilities are provided » (*le volume de trafic supplémentaire qui n'existait pas auparavant, sous quelque forme que ce soit, mais qui résulte de l'ouverture ou de l'amélioration des infrastructures de transport*).

De nombreuses études sont alors lancées pour définir plus précisément ce qu'est le trafic induit et comment le mesurer. En 1994, le Stand Advisory Committee on Trunk Road Appraisal^[3] (SACTRA) publie à la demande du Secrétaire d'Etat aux transports britannique, un rapport sur l'évaluation économique des grands projets routiers. Ce rapport résume notamment les travaux entrepris jusqu'à lors sur le trafic induit et répond par l'affirmative aux deux questions principales suivantes :

« Est-ce que le trafic induit est un phénomène réel ?[...] Le trafic induit peut se produire et se produit »

En effet, lorsque l'on améliore la qualité d'un itinéraire (augmentation de la capacité, réduction des temps de parcours, augmentation de la fiabilité des temps de parcours...), le coût de l'itinéraire pour l'utilisateur est diminué. Cette diminution de coût profite d'une part aux usagers qui empruntaient cette infrastructure avant son amélioration et influe d'autre part sur les usagers qui n'utilisaient pas cet itinéraire auparavant. En effet, compte tenu de la diminution du coût de l'itinéraire, il est possible que celui-ci soit à présent plus avantageux pour ces derniers et qu'ils modifient en conséquence leurs comportements de mobilité. Un nouvel équilibre se crée.

Ceci est notamment mis en évidence par des comptages sur coupure avant et après mise en service d'une infrastructure ou suite à l'amélioration d'une infrastructure existante qui font apparaître des différences, inexplicables, entre les prévisions et les trafics observés (SACTRA (1994), Goodwin (1996), Sétra (2008)). De même, des études (Kroes (1996)) mettent en évidence un report des usagers vers l'heure de pointe suite à l'amélioration de l'infrastructure.

On peut noter qu'il est également possible de parler de désinduction de trafic, c'est-à-dire que lorsque la capacité de l'infrastructure est réduite, la demande de trafic diminue.

« Doit-on prendre en compte le trafic induit? [...] Il y a certaines circonstances où le trafic induit peut sérieusement affecter la conception, l'évaluation environnementale et le bilan économique des projets »

La question de la quantification de ces usagers est en effet primordiale car ils peuvent, selon les cas, représenter une part non négligeable des trafics sur l'itinéraire amélioré. Ne pas prendre en compte le trafic induit conduit d'une part à un sous-dimensionnement de l'infrastructure et d'autre part à un biais dans les évaluations socio-économique et financière qui sont en effet en partie dérivées des études de trafics.

Il convient donc dans un premier temps d'explicitier plus précisément la notion de trafic induit en détaillant les différentes sources qui le composent puis d'identifier ses composantes qui sont d'ores et déjà bien prises en compte dans les modèles de trafic. Enfin des pistes peuvent être proposées pour la prise en compte des autres composantes du trafic induit.

^[2] en citant Schmidt et Campbell (*Highway traffic estimation, Sangatuck, Connecticut : Eno Foundation, pp. 4-5*),

^[3] Comité consultatif sur l'évaluation des routes « principales »

2 - Composantes du trafic induit

Le trafic induit est composé de différents termes qui correspondent chacun à un changement de comportement des usagers. On distingue généralement les modifications de comportement à court et à long terme.

En ce qui concerne le court terme, les composantes principales du trafic induit correspondent à ce que l'on appelle la "triple convergence" (terme introduit par Downs en 1992 : *Stuck in traffic : coping with peak-hour traffic congestion*) qui recouvre les notions de convergence spatiale, convergence modale et convergence horaire.

- la convergence spatiale consiste en un changement d'itinéraire. Cette modification d'itinéraire conduit à une modification des distances parcourues, celles-ci pouvant être rallongées ou raccourcies ;
- la convergence modale consiste en un report vers le mode routier et une diminution du taux d'occupation des véhicules : des usagers qui utilisaient les transports collectifs pour éviter la congestion se reportent vers la voiture ;
- la convergence temporelle consiste en un changement d'horaire de déplacements, il s'agit principalement d'un report vers l'heure de pointe, les usagers évitent auparavant cette période particulièrement congestionnée.

Noland (2007) décrit ce phénomène résultant de réajustements des comportements des usagers – "quand, comment et où voyagent les personnes" – suite à l'augmentation de la capacité d'une infrastructure congestionnée. Il convient en outre de noter que la convergence triple s'effectue à l'origine et à la destination du déplacement fixe.

Ce principe conduit à une assertion communément admise aux Etats-Unis, reprise par Cervero et Hansen (2000) : « You can't build your way out of traffic congestion » , (*il n'est pas possible de s'extraire de la congestion routière en augmentant la capacité*).

D'autres effets à court terme peuvent se manifester :

- modification de la destination pour un déplacement qui avait déjà lieu : sur le court terme, il y a modification de la destination du déplacement sans modification de l'occupation des sols. Ce phénomène correspond plutôt aux déplacements ayant pour motif des activités non contraintes et qui peuvent donc avoir lieu à différentes localisations (c'est en particulier le cas pour les motifs achats et loisirs).
- augmentation de la fréquence de déplacements : lorsque les coûts diminuent, il est possible de voyager plus fréquemment pour un même budget. Ceci comprend à la fois des augmentations de fréquence pour une origine destination (OD) donnée, des destinations supplémentaires et des changements de structure des boucles de déplacements

Ces deux phénomènes de court terme peuvent également être appréhendés en référence à la conjecture de Zahavi : "les déplacements de la vie quotidienne se font à budget-temps constant et leur portée spatiale est une fonction de la vitesse de déplacement", en d'autres termes, l'amélioration des conditions de circulation permet donc d'aller plus loin et/ou d'(y) aller plus souvent. Cette idée est notamment reprise par Cervero (2003).

- l'expression d'une demande « latente » ou voyage « latent » : la notion de « demande latente » se retrouve notamment dans Sciffer et al (2005) – « latent trips » (déplacements latents), Litman (2010) parle quant à lui de « latent demand » (demande latente). La demande latente correspond à des voyages qui auraient lieu dans des conditions optimales mais qui n'ont pas lieu à cause de la congestion routière, des coûts de transport... En d'autres termes, la demande de déplacement existait en amont de l'augmentation de la capacité de l'infrastructure mais ne pouvait pas être satisfaite compte tenu de l'état du système de transport. Lorsque cet état est modifié, la demande peut être satisfaite, il y a augmentation de la mobilité.

A long terme, d'autres modifications des comportements des usagers peuvent se manifester. Il est généralement admis que les effets de long terme sont plus importants en terme de volume des flux concernés que les effets de court terme. On peut ainsi observer une transformation de l'occupation des sols, des modifications dans les choix de destination et une augmentation de la dépendance à l'automobile.

- modification de l'occupation des sols : l'amélioration du système de transport permet aux ménages de se localiser plus loin de leur lieu de travail, les entreprises peuvent se relocaliser ;
- modification des choix de destination : il s'agit sur le long terme de modifications de destination qui concernent plutôt les motifs contraints tels que le lieu de travail ou le lieu d'étude des usagers. Ce phénomène est également lié à la modification de l'occupation des sols ;
- dépendance à l'automobile : l'augmentation de l'offre routière conduit à une augmentation de l'utilisation de la voiture et par conséquent à une diminution de l'usage des transports collectifs. Faute de demande, l'offre en transport en commun est réduite voire disparaît. Les usagers sont dès lors contraints d'utiliser la voiture et la congestion augmente. Il est donc possible qu'une augmentation de la capacité d'une infrastructure conduise à une dégradation des conditions de circulation. C'est ce que l'on appelle le « paradoxe de Downs-Thomson ».

3 - Apports des théories économiques

Comme indiqué précédemment, toute augmentation (respectivement diminution) de l'offre ayant pour effet de réduire (respectivement d'augmenter) les coûts généralisés de transport, implique que la demande augmente (resp. diminue) en réponse pour que le système retrouve son point d'équilibre selon la théorie de la loi de l'offre et la demande. L'objectif de cette étude n'est certes pas de présenter de façon détaillée ce cadre théorique [4], néanmoins quelques éléments succincts de la théorie économique peuvent servir à mettre en évidence le cadre dans lequel émerge le trafic induit.

3.1 Offre et demande de transport

L'offre de transports est caractérisée par un niveau de service du système de transport, depuis les temps de parcours offerts à l'utilisateur, jusqu'à divers éléments de « qualité » relatifs au confort et à l'information. C'est, en d'autres termes, la capacité et le niveau de service des infrastructures. Le niveau de demande découle, quant à lui, du fait que l'utilisateur cherche à maximiser son utilité. Il est, ainsi, disposé à payer un service de transport à condition que son prix soit inférieur à l'utilité marginale qu'il retire du service. La désutilité de la dépense doit être compensée et surpassée par l'utilité de la consommation du service de transport. On peut aisément en déduire qu'une baisse du coût d'un service (amélioration de l'offre), a un effet positif sur le niveau de demande.

Dans ses choix de transports, l'utilisateur doit, schématiquement, procéder à deux types d'arbitrages :

- un arbitrage de budget : il doit choisir de dépenser une unité budgétaire soit en achat de service de transport, soit dans d'autres dépenses de consommation ;
- un arbitrage de temps : il faut répartir le temps passé dans les transports et celui passé dans ses autres activités (notamment de loisirs)

La synthèse de ces deux arbitrages et, de manière générale, la somme de l'ensemble des coûts inhérents au transport peuvent être exprimés sous la forme d'un *coût généralisé* de transport.

3.2 Coût généralisé et valeur du temps

Le coût généralisé est la somme de la dépense monétaire de transport et du temps passé, lui-même évalué au moyen d'une valeur monétaire, dite *valeur du temps*. Le choix de l'utilisateur s'exprime alors simplement à partir de cette notion de coût généralisé :

- l'utilisateur est disposé à utiliser le service de transports dès que son coût généralisé est inférieur à l'utilité retirée de sa consommation de ce service (par exemple pour produire ou consommer des biens, des services ou des loisirs) : cette utilité est dénommée « coût généralisé de réservation » ;
- l'utilisateur cherche, pour un service de transports présentant plusieurs alternatives (modes, itinéraires, le cas échéant horaires), à minimiser le coût généralisé de transports ;
- l'utilité nette (ou « surplus ») que l'utilisateur retire de l'utilisation d'un service de transports est égale à l'écart entre le coût généralisé qu'il doit consentir pour ce service, est celui qu'il est disposé à payer pour ce service (coût généralisé de réservation).

[4] Pour plus de détails, on pourra se référer à l'ouvrage sur la prévision de trafic de Patrick Bonnel (2001).

Ces notions permettent alors d'utiliser très simplement le coût généralisé pour décrire les choix des usagers face à des modes ou itinéraires de transports se distinguant à la fois par leurs caractéristiques liées au temps, et par leurs prix/coûts.

Le coût généralisé du déplacement de l'utilisateur, de l'origine à la destination s'écrit, dans sa forme la plus simple :

$$C_g = P + \alpha T$$

Avec

C_g : coût généralisé

P : prix du déplacement: coûts directs et indirects

α : valeur du temps.

T : temps généralisé[5]

La valeur du temps, révélée par les modèles, dépend des paramètres inclus dans le coût généralisé. Il est donc nécessaire d'explicitement les paramètres utilisés dans le modèle afin de permettre l'utilisation de cette valeur du temps.

Les attributs de qualité des services de transports (fréquence, régularité, confort, fiabilité, information) influencent également les choix des usagers. Il est donc possible de complexifier cette formulation du coût généralisé pour les prendre en compte.

Le coût généralisé est additif : dans le cas d'un trajet multi-tronçons ou multimodal, le coût généralisé est calculé en faisant la somme des coûts généralisés des trajets effectués sur chaque tronçon et/ou avec chaque mode.

Le coût généralisé est utilisé :

- dans les travaux de modélisation : en effet, le choix d'un usager (choix du mode, de l'itinéraire, voire de la destination, de l'heure de départ), se traduit par la comparaison de leur utilité respective d'une part, la maximisation de cette "meilleure utilité" d'autre part, sous contrainte de revenu et de temps disponible. Cette utilité, pour sa composante transports, dépend d'un "corpus" de descripteurs communs (temps, divers attributs du confort). Chaque usager, au travers de ce programme de maximisation, révèle l'utilité marginale qu'il attribue au temps et aux autres attributs de confort. Ex post (une fois ces utilités marginales révélées dans ses choix), on peut donc "simplifier" son programme de maximisation, puisqu'il suffit de comparer la somme pondérée de ces critères (temps, confort) pour ses différents choix, la pondération étant les utilités marginales. Notons par ailleurs, qu'on peut aussi choisir de ne pas prendre en compte tous les attributs candidats à déterminer les choix des usagers par manque de données ou parce qu'ils se révèlent non significatifs dans les modèles.
- dans l'évaluation du surplus des usagers pour le bilan socio-économique :
 - le surplus dégagé par l'amélioration d'un service de transports est égal, pour chaque usager consommant déjà ce service de transports, à l'écart entre le coût généralisé après projet et le coût généralisé avant projet ;

- pour la demande nouvelle apportée par la variation de coût généralisé (y compris le trafic détourné d'autres modes) entre les situations avec et sans projet, la variation de surplus est égale à la demande nouvelle, donc le trafic induit, multipliée par la moitié de la variation de coût généralisé entre les situations avec et sans projet ; ceci reflète l'idée que la demande nouvelle est détournée d'une autre activité, dont elle perd alors l'utilité, et que l'utilisateur qui est prêt à se détourner de cette autre activité pour le coût généralisé en situation de projet (dit usager détourné « ultime » ou « marginal »), ne bénéficie d'aucune amélioration d'utilité puisqu'il est indifférent entre l'activité dont il s'est détournée, et le service de transports offert par le projet.

[5] Le temps généralisé de parcours correspond à la somme des temps des différentes étapes du trajet. Par exemple, en ce qui concerne un trajet effectué en transport collectif, le temps généralisé est la somme du temps d'accès à l'arrêt, de temps d'attente, de temps de correspondances, de temps passés à bord du véhicule et de temps de diffusion. Ces temps sont généralement pondérés par des coefficients pour tenir compte de la différence de perception par les usagers de ces différents temps.

3.3 Représentation graphique

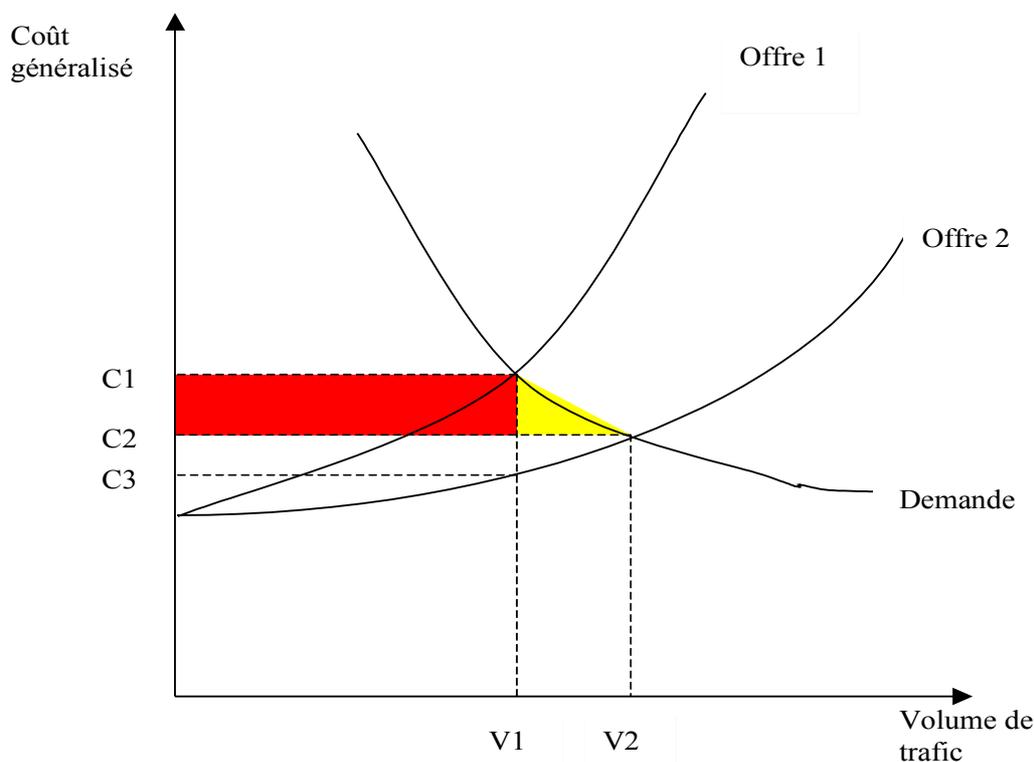


Figure 1 Représentation graphique de l'offre et de la demande

La loi de l'offre et de la demande est illustrée sur la Figure 1 ci-dessus pour une infrastructure donnée. L'axe des ordonnées correspond au coût généralisé de circulation sur une infrastructure et l'axe des abscisses correspond au volume de trafic qui circule sur cette infrastructure. La courbe de demande correspond au volume de demande de transport en fonction du coût généralisé de l'infrastructure. La droite Offre 1 correspond au coût de circulation sur l'infrastructure avant modification de cette dernière en fonction du volume de transport circulant sur cette infrastructure. La courbe Offre 2 correspond au coût de circulation sur l'infrastructure après amélioration en fonction du volume de transport circulant sur cette infrastructure.

Avant amélioration de l'infrastructure, le volume de trafic sur l'infrastructure était $V1$ avec un coût de circulation $C1$. Si l'on ne prend pas en compte le trafic induit, c'est-à-dire si le volume de trafic reste inchangé sur l'infrastructure, le coût de circulation suite à l'amélioration de l'infrastructure est $C3$, inférieur à $C1$. Cependant, comme la demande de transport est élastique, un abaissement des coûts de circulation conduit à l'augmentation de la demande pour cette infrastructure. Un nouvel équilibre se crée avec un coût de circulation $C2$ pour un volume de trafic $V2$. Le trafic induit correspond à la différence entre $V2$ et $V1$.

Schématiquement, en comparant la situation de référence (de coût $C1$ et de volume de trafic $V1$ et le scénario d'aménagement (coût $C2$ et volume de trafic $V2$), le surplus des usagers est donné par :

$$Surplus = V1(C1 - C2) + (V2 - V1) \frac{(C1 - C2)}{2}$$

La valorisation socio-économique du trafic induit est donc $Surplus\ induit = (V2 - V1) \frac{(C1 - C2)}{2}$.

Ceci correspond à l'aire jaune sur la Figure 1.

Il convient de noter que, si la notion d'équilibre entre offre et demande est fondamentale, le système considéré est en réalité un système en évolution constante car la réponse des usagers à une modification de l'offre n'est jamais instantanée comme le souligne Bonnel (2002). Le retour à un équilibre suite à une modification de l'offre peut nécessiter de quelques mois à plusieurs dizaines d'années. Cependant, de manière générale, il est supposé que le système étudié à un instant donné correspond tout de même à un équilibre.

3.4 Élasticité de la demande de trafic

L'élasticité est le phénomène résultant d'une sensibilité de la demande à l'évolution des conditions de l'offre. Il évalue la propension du niveau de demande à s'ajuster en fonction de l'offre. L'élasticité se mesure par rapport à une composante de l'offre : on peut ainsi mesurer l'élasticité-prix (la plus courante), l'élasticité-temps de parcours ou encore l'élasticité-capacité. La première évalue l'impact, sur le niveau de la demande, d'un changement de prix. Les deux suivantes, l'impact de la qualité et de la taille du réseau sur le niveau de la demande.

L'élasticité (par exemple ci-dessous l'élasticité du volume de trafic au coût de circulation), est égale au pourcentage de modification de la demande par rapport au pourcentage de modification de l'offre. Elle se calcule de la manière suivante :

$$e = \frac{\% \Delta V}{\% \Delta C} = \frac{\frac{V2 - V1}{V1}}{\frac{C2 - C1}{C1}}$$

La plupart des définitions utilisées dans la littérature nord-américaine et anglo-saxonne, pour tenter d'appréhender la demande induite, reposent sur l'élasticité de la demande à la variation du coût généralisé. Noland (2007), Cervero (2001, 2003) et Bonnel (2001) ont étudié le trafic induit sous l'angle de l'élasticité, de même que le Sétra[6]

[6] La méthode ARIANE, développée par le Sétra, utilise la notion d'élasticité.

Chapitre 2

Modélisation du trafic induit

Les élasticités permettent en première approche de prendre en compte le trafic induit dans les modèles de trafic. Toutefois, il convient de noter qu'il faut rester très prudent quand à l'utilisation directe des valeurs issues de telles études pour estimer le trafic induit. En effet, l'objectif premier de ces études n'était pas la modélisation du trafic induit mais sa mise en évidence et sa quantification. Par ailleurs, il est important de noter que les experts recommandent, pour modéliser le trafic induit, de développer des modèles de déplacements tels que les modèles à quatre étapes qui sont présentés dans la suite de ce rapport.

2.1 Estimation des élasticités et utilisation

Comme indiqué précédemment, il est possible d'estimer des élasticités du trafic à différents attributs de l'offre : capacité, temps de parcours ou coût de circulation.

2.1.1 Elasticité-capacité : lien entre taille de réseau et trafic

Les méthodes[1] visant à mettre en évidence l'existence d'un trafic induit qui sont fondées sur l'étude de l'élasticité-capacité prennent la forme d'une estimation du lien entre les kilomètres linéaires de voies (KLV) et les véhicules.kilomètres parcourus.(VKP)[2]. C'est à dire entre le niveau d'offre (sa capacité) et le niveau d'utilisation du réseau (la demande).

Les premiers modèles consistaient à relier les VKP aux KLV via des régressions linéaires[3]. Ces modèles furent complexifiés par la suite avec la prise en compte d'autres paramètres explicatifs. La méthode utilisée par Cervero (2001) consistait, par exemple, à estimer l'élasticité de la demande à diverses variables par la formule suivante :

avec VKP_{it} = les véhicules kilomètres parcourus dans la zone i au temps t (t étant une année)
 a_i = effet ajusté de la zone i
 β_t = effet ajusté pour l'année t
 x_{it}^k = valeur explicative de la variable k dans la zone i à l'année t (dont les KLV)
 c_k = coefficient de pondération pour capturer la dispersion de la relation de la variable k
 e_{it} = terme d'erreur aléatoire de la zone i au temps t

Ces modèles ont été critiqués principalement pour les raisons suivantes :

- ils ne rendent pas compte des autres facteurs explicatifs de l'augmentation des VKP ;
- ils n'intègrent pas la temporalité dans l'étude de l'élasticité. Or, il est courant d'avoir un décalage entre la modification de la structure de l'offre (augmentation de la capacité du réseau), et l'évolution de la demande. L'infrastructure construite à l'année t impactera la circulation à l'année $t+1$ ou $t+n$. Le trafic induit émerge sur plusieurs années.

[1] Noland et Lem (2000) et Litman (2010) ont effectué des recensements d'études sur le sujet et une compilation des résultats obtenus.

[2] En anglais, on parlera de *vehicles miles traveled* et on utilisera l'abréviation *VMT*.

[3] Les KLV étaient alors une des variables explicatives de la demande (au même titre que le prix de l'essence, la population...).

Ces approches ont surtout été remises en cause par Sen (1999) (repris par Cervero et Hansen (2001) qui ont émis des critiques sur la pertinence du lien de causalité univoque entre offre et demande de transport. Ils ont soulevé le fait que les modèles qui tentent de mesurer le trafic induit confondent la cause et la conséquence. En effet, la relation statistique entre l'offre en infrastructure routière et les VKP n'est pas à sens unique. L'augmentation de l'offre n'est pas la seule source d'augmentation de la demande, il faut prendre en considération le contexte socio-économique. Il y a donc un biais à mesurer le trafic induit comme étant l'augmentation de la demande suite à l'amélioration de l'offre routière alors que cette augmentation de la demande (prévisible) était la cause de l'amélioration du réseau routier, non la conséquence [4]. Cette remise en cause a ouvert un débat :

- d'un côté, Cervero et Hansen (2001) arrivent à la conclusion que l'augmentation des KLV est à la fois cause et conséquence de l'augmentation des VKP. A ce sujet, ils parlent d'investissements induits pour évoquer la probable réponse des pouvoirs publics à l'augmentation du trafic et à son anticipation. Ils nuancent toutefois leur propos : le lien de causalité semble tout de même plus fort dans un sens, l'augmentation de l'offre a plus d'effet sur l'augmentation de la demande que l'inverse.
- de l'autre, Prakash et al (2001), par le biais d'un test de causalité de Granger [5] sur des données britanniques, ont mis en évidence que c'était principalement l'augmentation de trafic qui était la source d'investissement plutôt que l'inverse. Cette thèse est critiquée par Goodwin et Noland (2003) qui réfute l'utilisation des dépenses comme indicateur en raison d'un biais lié au fait qu'une dépense engendrée à l'année n (un des indicateurs utilisés dans l'étude de Prakash et al) ne portera ses fruits que plus tard : les travaux de grosses infrastructures durant en général plusieurs années [6].

La connaissance de ces biais a permis à la méthode de mesure du phénomène de s'améliorer au fil des années, l'objectif poursuivi est d'obtenir la mesure la plus « objective » possible de ce trafic. Les facteurs explicatifs de l'augmentation des trafics se sont par conséquent diversifiés et, parallèlement, des progrès ont été réalisés sur les méthodes de mesure de l'évolution des kilomètres linéaires de voie.

Hymel et al (2010) ont ainsi introduit plus d'une quinzaine de variables et un indice de mesure du niveau de congestion. Ils ont également pris en compte le fait que l'amélioration du parc automobile diminuait le coût d'usage de la voiture, rendant ainsi ce mode plus attractif. Ces auteurs différencient également le trafic induit lié à l'augmentation de capacité d'une infrastructure déjà existante de celui lié à la création d'une nouvelle infrastructure.

Des exemples de valeurs d'élasticité-capacités sont données dans la littérature. Ainsi, Schiffer, Steinvoth et Milam (2005) [7] présentent ainsi les résultats de plusieurs études :

[4] En effet, il est important de souligner que ces études, réalisées pour la plupart il y a une dizaine d'années environ, ont été faites sur des historiques de 20 ou 30 ans, c'est à dire lorsque les orientations politiques conduisaient à construire des routes pour faire face à l'augmentation de la demande : prédire et fournir.

[5] Le test de causalité de Granger est un test statistique sur deux séries temporelles qui a but de déterminer si une des séries est la cause de l'autre

[6] Il y a une certaine inertie dans la réponse de la demande à une augmentation de l'offre de transport, le retour à l'équilibre du système peut prendre plusieurs mois ou plusieurs années.

[7] Comparative evaluations on the elasticity of travel demand, committee on transportation demand forecasting, transportation research board, 2005

Review of induced travel elasticities		Lane km elasticity		
Source	Data used	Short-term*	Long-term	Improvement type
Cervero, Hansen 2001	32 CA counties	.56	.78	Widening
Hansen, Huang 1997	CA counties	.3	.68	Not specified
Hansen, Huang 1997	CA metro level	.5	.94	Not specified
Marshall, 1996	TTI Congestion Study	-	.76 - .85	Not specified
Rodier, et al 2001	Sacramento regional	-	.8 - 1.1	New road and widening
Strathman, et al 2000	Nationwide NPTS data	-	.29	Not specified
Cervero, 2001	24 CA corridors	.29	.64	Widening
Fulton, et al 2000	MD, VA, NC, DC counties	.3 - .5	.47 - .89	Not specified
Hansen, et al 1993	CA highway	.2 - .3	.3 - .6	Widening
Mokhtarian, et al 2000	CA highway	.0	-	Widening
Noland 2001	State-level	.3 - .68	.7 - 1.0	New road and widening
Noland 2001	State -level	-	.5 - .8	New road and widening
Noland, Cowart 2000	Nationwide metro level	-	.81 - 1.0	Not specified
Noland, Cowart 2000	Nationwide metro level	.3	-	Not specified
Cervero 2002	24 CA corridors	.1	.39	Not specified
Hansen, et al 1993	California county	.46 - .5	-	Widening
Hansen, et al 1993	California metro level	.54 - .61	-	Widening

Tableau 1 – Élasticités des VKP par rapport au KLV, Schiffer et al (2005)

Lecture : short term = 1 à 5 ans ; long terme = 5 à 10 ans

Improvement type = type d'aménagement :

widening = élargissement d'infrastructure ; new road = nouvelle infrastructure ; unspecified = non spécifié

Il apparaît donc que les élasticités des VKP aux KLV issues de ces recherches varient entre 0,3 pour le court terme et plus de 1 pour le long terme. Notons qu'une élasticité supérieure à 1 signifie que l'augmentation de l'offre routière conduit à l'augmentation de la congestion.

Cervero (2001) s'est également, dans un premier temps, intéressé à regrouper les différents travaux effectués sur l'induction pour les comparer et les analyser. Il a produit le *Tableau 1*, qui reprend les résultats et les méthodes utilisées.

Study	Setting	Data	Method	Variables		Elasticity Estimates	
				Demand	Supply	Short-Term	Long-Term
Kassoff, Gendell (1972)	US urban area	CS	GA	VMT/capita	Capacity index	<0.58	--
Koppelman (1972)	20 U.S. cities	CS	Reg : OLS	VMT	Lane-miles	0.13	--
Ruiter et al. (1979)	CA corridors	TS	MS	VMT	New facility	--	0.38
Ruiter et al. (1980)	CA corridors	TS	MS	VMT	Widening	--	0
Payne-Maxie et al. (1980)	54 U.S. metro areas	CS	Reg : OLS	VMT/capita	Lane-miles	0.22	--
Hansen et al. (1993)	30 CA urban counties	TC/CS	Reg : OLS, DL, FE	VMT	Lane-miles	0.46-0.50	--
	CA metro areas	TC/CS	Reg : OLS, DL, FE	VMT	Lane-miles	0.54-0.61	--
Hansen, Huang (1997)	32 CA urban counties	TC/CS	Reg : AR/DL, FE	VMT	Lane-miles	0.30	0.68
	CA metro areas	TS/CS	Reg : AR/DL, FE	VMT	Lanes-miles	0.50	0.94
Noland, Cowat (2000)	70 U.S. metro areas	TS/CS	Reg : IV, DL, FE	VMT/capita	Lanes-miles	0.66	0.81-1.00
Fulton et al. (2000)	220 counties MD, NC, VA, DC	TS/CS	Reg : IV, DL, FE	VMT	Lanes-miles	.3-.6 (OLS)	0.47-.89
						.13-.43 (AR)	--
Strathman et al. (2000)	48 U.S. urban areas	CS	Reg : IV	VMT/HH	Lane-miles/capita	0.29	--
Cervero, Hansen (2001)	34 CA counties	TS	Reg : 2SLS, DL, FE	VMT	Lane-miles	0.56	.78-.84
Rodier et al. (2001)	CA corridors	TS	MS	VMT	New facility	--	0.6-1.0
Key : TS = Time Series CS = Cross-Section MS = Model Simulation GA = Graphic Analysis Reg = Regression OLS = Ordinary Least Squares DL = Distributed Lag FE = Fixed Effects AR = Auto-Regressive OLS IV = Instrument Variable 2SLS = Two-Stage IV Estimation							

Tableau 2 – Élasticités et méthodes employées lors de précédentes études Cervero (2001)

2.1.2 Elasticités de la demande au coût généralisé

Des élasticités de la demande de trafic au coût généralisé ou aux composantes du coût généralisé peuvent également être estimées.

La Federal Highway Agency (FHWA)[\[8\]](#) indique par exemple qu'il est préférable d'utiliser une élasticité du trafic au temps de parcours plutôt qu'au KLV. En effet, l'élasticité des VKP par rapport aux KLV ne prend pas en compte la congestion.

La FHWA a notamment développé une méthode de prise en compte du trafic induit via ces élasticités. Celles-ci se fondent sur l'étude des élasticités, à appliquer à chaque OD pour lesquels les temps de parcours sont modifiés. Deux méthodes sont proposées :

- un calcul simple avec des élasticités par rapport au temps de parcours et en fonction de l'heure de voyages et des caractéristiques de l'environnement. Cette méthode semble s'appliquer à tout projet. Les valeurs recommandées sont données dans le Tableau 3.

<i>Période / réseau</i>	<i>Elasticité au temps de parcours</i>
<i>Période de pointe</i>	
Zones urbaines avec forte concurrence transports collectifs	-0,33
Zones urbaines avec faible concurrence transports collectifs	-0,20
Interurbain	-0,20
<i>Heure de pointe</i>	
Zones urbaines avec forte concurrence transports collectifs	-0,55
Zones urbaines avec faible concurrence transports collectifs	-0,33
Interurbain	-0,33
<i>Hors pointe</i>	
Zones urbaines avec forte concurrence transports collectifs	-0,40
Zones urbaines avec faible concurrence transports collectifs	-0,21
Interurbain	-0,24
Source : Highway agency (2007)	

Tableau 3 – Valeur d'élasticité pour le calcul des effets induits recommandée par la FHWA d'après Noland (2007)

- une méthode spécifique aux corridors via l'utilisation de la « SMITE worksheet » : SMITE[\[9\]](#), Spreadsheet Model for Induced Travel Demand (modèle de feuille de calcul pour la demande de trafic induit). Cette méthode permet de calculer le trafic sur un corridor, avec deux itinéraires concurrents, dans le cas de l'augmentation de la capacité de l'itinéraire le plus rapide. Elle est relativement simple à utiliser et considère qu'un trafic induit apparaît également sur l'itinéraire secondaire, qui a été délesté d'une partie de son trafic (au profit de l'axe dont on a augmenté la capacité) et devient, par conséquent, plus attractif du fait également de la diminution du coût généralisé de circulation sur cet axe.

En France, la méthode préconisée par les circulaires d'évaluation depuis 1986, est une méthode qui s'appuie sur l'élasticité de la demande au coût généralisé. La méthode est la suivante [10] :

« Le trafic induit sera pris en compte si la mise en service de l'aménagement provoque, à l'horizon étudié, une modification importante des coûts de circulation ; c'est le cas, par exemple, des grands projets. Dans la plupart des autres cas, le phénomène d'induction pourra être négligé. Par convention de calcul, et sauf situation particulière permettant un chiffrage explicite, les usagers des autres modes de transport, transférés sur la route suite à la mise en service d'un scénario d'aménagement de grande ampleur, sont pris en compte dans le trafic induit.

A chaque "courant" de trafic k isolé peut être attribué un coût de circulation dk en l'absence d'aménagement et $d'k$ en présence de l'aménagement.

Ces coûts de circulation traduisent les conditions de circulation offertes. Ces conditions, plus ou moins bonnes, influent sur le volume en véhicules du "courant" considéré. C'est pourquoi l'on est amené à corriger le niveau de trafic tk , obtenu par simple extrapolation des trafics existants, en fonction du coût de circulation à l'horizon étudié :

$$tk \text{ réel sans aménagement} = tk \text{ extrapolé} \times \left(\frac{dok}{dk} \right)^{2/3}$$

dk étant généralement supérieur à dok , la situation sans aménagement entraîne, le plus souvent, une désinduction de trafic par rapport à une situation théorique où le niveau de service resterait constant.

$$t'k \text{ réel avec aménagement} = tk \text{ extrapolé} \times \left(\frac{d'ok}{dk} \right)^{2/3}$$

avec :

dok : coût de circulation sur l'itinéraire emprunté par le "courant" k à l'année de mesure des trafics.

dk : coût de circulation de la relation considérée à l'horizon étudié en l'absence de l'aménagement

$d'k$: coût de circulation de la relation considérée à l'horizon étudié en présence de l'aménagement.

Le trafic induit (généré) par le projet est égal à la différence entre $t'k$ réel avec aménagement et tk réel sans aménagement, il évolue comme le reste du trafic.

Les formules précédentes s'appliquent aux "courants" de trafic dont l'itinéraire est entièrement compris dans le réseau d'étude.

Dans le cas où les coûts de circulation avant et après aménagement ne sont connus que pour une partie de l'itinéraire, le pourcentage

d'induction donné par : $\left(\frac{do}{d} \right)^{2/3} - 1$ est alors à pondérer par le rapport de la longueur décrite de l'itinéraire à la longueur totale de ce dernier ».

Le coefficient $2/3$ avait été estimé via la comparaison de projections de trafic avec les comptages de trafic réalisés suite à la mise en service de différentes infrastructures. En outre, les phénomènes de long terme sont pris en compte dans cette méthode d'évaluation de type comparaison ex-ante / ex-post, qui par définition prend en compte l'écart de trafic entre la situation de projet prévue et la situation de projet observée, en enlevant théoriquement les erreurs liées au changement du réseau de référence et l'effet croissance.

[8] Anciennement Bureau of Public Road (BPR), la FHWA est l'agence fédérale des autoroutes aux Etats-Unis. Elle dépend du département des transports américains (U.S. Department of Transportation).

[9] Disponible sur <http://www.fhwa.dot.gov/steam/smite.htm>. (méthode et feuille de calcul Excel).

[10] En effet, il est important de souligner que ces études, réalisées pour la plupart il y a une dizaine d'années environ, ont été faites sur des historiques de 20 ou 30 ans, c'est à dire lorsque les orientations politiques conduisaient à construire des routes pour faire face à l'augmentation de la demande : prédire et fournir.

2.1.3 Limites d'utilisation des élasticités

Les méthodes qui s'appuient sur l'utilisation d'élasticités pour estimer le trafic induit doivent toutefois être utilisées avec précaution. Le trafic induit est en réalité très difficilement mesurable et quantifiable. L'application d'une élasticité semble, par expérience, surestimer le trafic induit. Le modélisateur doit donc avoir connaissance de ces limites lors de l'utilisation de ces formules et doit justifier de leurs utilisations, ou non, ainsi que, le cas échéant, de la valeur d'élasticité retenue pour modéliser le trafic induit.

En effet, ces méthodes permettent d'estimer des volumes de trafic induit sans différenciation des différents phénomènes qui composent le trafic induit. Or les modèles de trafic utilisés actuellement permettent de bien prendre en compte certains de ces phénomènes : notamment la convergence spatiale, la convergence modale et dans certains cas la convergence temporelle. Il y a donc un risque de double compte.

Ainsi, le Department for Transport (DfT) britannique, dans Transport Analysis Guide (TAG)[11], préconise : « Pending further research it is recommended that own cost elasticity models are not used instead of full variable demand models. »[12] (*En attente de recherche complémentaire, il est recommandé de ne pas utiliser les modèles basés sur des élasticités de coûts au lieu des modèles à demande variable complet*).

De même, la FHWA indique[13] : « FHWA's position reflects the consensus of the transportation planning and travel behavior research community that induced travel is neither more nor less than the cumulative result of individual traveler choices and land development decisions made in response to an improved level of transportation service. Many, but not all, of these travel choice decisions are accounted for in current travel forecasting models or land use-transportation interaction models, and FHWA is supporting additional research and development to improve travel and land use models to address the others. ». (*La position de la FHWA reflète le consensus au sein de la communauté des chercheurs sur la planification et les comportements de déplacements que le trafic induit n'est rien de plus que le résultat d'une accumulation de choix des usagers et de décisions sur l'aménagement du territoire effectués en réaction à l'amélioration du système de transport. La plupart, mais pas la totalité des choix de comportement des usagers ou de l'interaction entre le système de transport et l'occupation des sols sont pris en compte dans les modèles de prévision de trafic et la FHWA encourage les recherches ayant pour objectif l'amélioration des modèles de trafic et d'occupation des sols pour traiter les autres.*)

En outre, Litman (2010) émet des réserves sur l'utilisation des élasticités, il recommande d'utiliser, en se basant principalement sur Goodwin (2001), des élasticités uniquement pour obtenir des ordres de grandeur[14]. L'utilisation de modèles plus aboutis lui semble préférable.

[11] Le Transport Analysis Guide est l'ouvrage de référence du Department for transport britannique sur l'évaluation socio-économique des grands projets d'infrastructure. Il était précédemment appelé *Guidance on the Methodology for Multi-modal Studies (GOMMS)*. Notons que ce guide est une des suites du rapport SACTRA dont l'une des conclusions était la nécessaire refonte des méthodes d'évaluation socio-économique.

[12] TAG Unit 3.10.3, Variable Demand Modelling

[13] <http://www.fhwa.dot.gov/planning/itfaq.htm>

[14] Il conseille, si le choix d'utiliser des élasticités a été retenu, une élasticité du trafic aux coûts généralisés de -0,3 (pour le long terme), -0,5 à -0,8 pour l'élasticité par rapport aux temps de parcours et de 0,1 pour une élasticité au KLV.

2.2 Modèles de déplacement

2.2.1 Principes des modèles à quatre étapes

Classiquement, pour estimer les trafics via une modélisation on recourt à un modèle à quatre étapes. Ce modèle est constitué des étapes de génération, distribution, choix modal et affectation qui traduisent, de façon simplifiée, les choix successifs effectués par l'utilisateur pour se déplacer : combien de déplacements ? de quelle origine vers quelle destination ? par quel mode ? par quel itinéraire ? Sans faire de présentation exhaustive de ces modèles [\[15\]](#), nous allons exposer succinctement les principes de ces modèles :

- la génération consiste à estimer dans un modèle le nombre de déplacements qui seront émis et attirés par chaque zone. Cette étape considère, en règle générale, que les déplacements générés et attirés par une zone sont une combinaison linéaire des différentes données socio-économiques de la zone (nombre d'habitants, nombre d'actifs, d'emplois...). Cette étape permet de répondre à la question du nombre de déplacements ;
- la distribution consiste à lier chaque déplacement émis à un déplacement attiré, ce qui permet de donner une origine et une destination à un déplacement. Cette étape est la plus souvent réalisée partir de modèle de distribution gravitaire, qui stipule que plus deux zones sont éloignées (en terme de coût généralisé), moins les déplacements entre ces deux zones seront nombreux (et inversement) ;
- le choix modal consiste à déterminer le mode utilisé pour chaque déplacement. En général, on utilise des structures de type logit, parfois emboîté, avec un choix sur l'approche (agrégée ou désagrégée). Quelle que soit l'approche retenue, on passe par le biais de fonctions d'utilités, qui sont des combinaisons linéaires de plusieurs facteurs déterminants du choix modal. Cette étape permet donc de définir la part des différents modes sur chaque origine destination (OD). A l'issue de cette étape, on dispose donc d'une matrice OD de demande de déplacement pour chaque mode modélisé ;
- l'affectation permet enfin de confronter l'offre de transport à la demande de transport. Les usagers sont ventilés sur les divers réseaux de transport. Il existe de nombreux modèles d'affectation, ils reposent sur la comparaison des coûts généralisés des différentes alternatives.

Ces modèles à quatre étapes sont couramment utilisés en milieu urbain. En ce qui concerne le milieu interurbain, il est possible de citer le modèle de déplacement BASIF [\[16\]](#) du CETE Normandie Centre, MODEV du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), le modèle TRANS-TOOLS [\[17\]](#) financé par la Commission Européenne.

[\[15\]](#) si besoin on se référera à Bonnel (2001)

[\[16\]](#) BASIF : Baie de Seine – Ile-de-France

[\[17\]](#) TOOLS for TRansport Forecasting ANd Scenario testing (Outils pour la prévision des transports et le test de scénarios).

2.2.2 Prise en compte du trafic induit dans les modèles à quatre étapes

L'exposé rapide des principes des différentes étapes permet de comprendre aisément que la convergence spatiale est traitée dans l'étape d'affectation tandis que la convergence temporelle est prise en compte à l'étape de choix de mode. De même, la modification des coûts généralisés intervient au niveau de l'étape de distribution via la modification de la répartition de la demande de déplacement. Enfin, il est possible de modifier le nombre de déplacement émis et attirés par zone en modifiant les données socio-économiques des zones qui interviennent dans les fonctions de génération.

Par ailleurs, il faut noter que les différentes étapes exposées précédemment sont liées et qu'il est conseillé de procéder à des itérations successives. Ces itérations permettent d'introduire des phénomènes de rétroaction et donc de modéliser les modifications de comportement des usagers en réaction à une modification des coûts de circulation.

Notons que dans certains cas les étapes de génération, de distribution et de répartition modale ne sont pas réalisées. En d'autres termes, la demande de transport n'est pas modélisée, mais constitue une donnée d'entrée du modèle. Elle est évaluée à partir d'observations des flux de déplacements via des enquêtes ou des comptages qui permettent de construire les matrices OD pour les différents modes. Ces matrices OD sont ensuite affectées sur le réseau, c'est-à-dire que les usagers sont répartis sur les différents itinéraires possibles en fonction des coûts généralisés de ces divers itinéraires. Ces modèles permettent de prendre en compte la convergence spatiale.

Par ailleurs certains modèles à quatre étapes peuvent être complétés par des modules complémentaire afin de mieux représenter les comportements . Ainsi TRANS-TOOLS possède un modèle de fréquence de voyage pour sa partie voyageur longue distance. D'autres modèles comprennent des modules de choix de départ d'horaire.

2.2.3 Limites

Il convient de bien connaître les spécifications des modèles de déplacements pour comprendre quels sont les phénomènes qui sont pris en compte et comment ils sont pris en compte.

Par exemple, dans le modèle MODEV[18], le facteur gravitaire de la fonction de distribution est une fonction de la distance routière entre les zones. Ainsi, il n'y aura pas d'augmentation des flux si il y a modification uniquement de l'offre non routière ou si l'amélioration de l'offre routière ne diminue pas les distances parcourues. Dans TRANS-TOOLS, le facteur gravitaire est le logarithme népérien de la somme des utilités de tous les modes disponibles, la demande est donc sensible à toute variation d'offre.

L'étape de choix modal est également importante dans la prise en compte de l'induction. Ce problème a été couramment soulevé. Citons par exemple Morellet et Marchal (1999) qui par le biais d'un exemple simple mettent en évidence une des limites des modèles à quatre étapes. En particulier, si l'offre routière a été améliorée, l'induction de trafic consiste a minima, et du moins à court terme, à augmenter le trafic routier entre deux liaisons, sans changer les flux sur les autres modes ou en les diminuant. Il arrive que les fonctions de choix modal utilisées n'aillent pas dans ce sens.

[18] Dans la version actuelle de MODEV, une nouvelle version est actuellement en cours de développement.

Prenons l'exemple du logit multinomial qui est de la forme suivante :

$$p(m_i \in mode) = \frac{\exp(U_{mi})}{\sum_{j \in mode} \exp(U_{mj})}$$

avec $P(m_i)$ la probabilité que le mode i soit emprunté et U_{mi} l'utilité du mode i .

Cette formulation présente l'inconvénient d'un problème de cohérence avec les étapes précédentes car elle joue sur les parts respectives des modes et non sur le volume des flux. Ainsi, une amélioration de l'offre routière entre deux zones conduira à une augmentation des flux entre ces zones lors de l'étape de distribution. Cette amélioration aura également un effet sur la répartition modale en modifiant les parts respectives de chaque mode : le volume du mode pour lequel il n'y a pas eu d'amélioration de l'offre augmente [19]. Améliorer l'offre routière peut ainsi conduire à augmenter le trafic ferroviaire. Il aurait été attendu que le modèle conduise à une diminution ou à une stabilisation du volume de ce flux.

On notera également que les modèles à quatre étape classiques ne peuvent prendre en compte que le trafic induit de court terme tel que défini dans la partie IIB. En effet, dans un modèle à quatre étapes, l'origine de déplacement est fixée, les usagers pourront changer de destination en fonction de l'utilité qu'ils en retirent mais les effets de longs termes tels que l'occupation des sols donc les localisations des ménages et des entreprises par exemple ne peuvent être pris en compte. La modification de l'occupation des sols est en effet introduite comme entrée du modèle de trafic.

Pour modéliser les effets de long terme, il faudrait idéalement recourir à des modèles transport-urbanisme. En effet, schématiquement, ces modèles ont pour objectif d'introduire une rétroaction du système de transport sur le modèle d'occupation des sols et réciproquement. Toutefois, ces modèles relèvent encore du domaine de la recherche et il n'existe pas pour le moment de consensus au sein de la communauté des chercheurs sur les spécifications de ces modèles.

[19] Un cas d'école chiffré permet de comprendre aisément ce phénomène : Imaginons un modèle fret à deux modes. Pour une OD, une amélioration de l'offre routière induit une augmentation de la demande tout mode sur cette OD : les échanges passent de 100 tonnes à 150 tonnes. Supposons que la répartition modale était de 50% route et 50% fer avant amélioration, et qu'elle soit passée à 60% route et 40% fer après. Le train transporterait donc 40% de 150 tonnes soit 60 tonnes, contre 50 auparavant.

Conclusion et perspectives

Il existe un consensus dans le milieu de la recherche et de l'évaluation socio-économique des projets quant à l'existence du trafic induit. Ce qui fait débat actuellement reste l'importance de ce phénomène et de ses impacts. Ainsi, la question plus globalement posée concerne l'évaluation de projet et les impacts que pourraient avoir une sous-estimation du trafic induit sur la rentabilité de projet (en particulier, en milieu urbain, la sous-estimation de la congestion, des émissions de polluants ou du bruit peuvent jouer sur les résultats du bilan socio-économique).

Les méthodes de mesures du trafic induit ont permis de déterminer des élasticités, qui dans un premier temps étaient utilisées telles quelles pour évaluer le trafic induit lors d'études de prévisions de trafic ou, du moins, il était conseillé de les utiliser. Cependant, il apparaît peu d'utilisations pratiques directes d'élasticité. Le DfT britannique et le DoT américain apparaissent plutôt sceptiques quant à leur utilisation directe.

En effet, outre les très larges gammes de valeurs des élasticités mesurées (rapport de un à dix en fonction des études), d'autres freins laissent penser qu'il est nécessaire d'utiliser les élasticités avec prudence. Notamment en raison du cadre particulier de chaque étude (urbain ou non, forte congestion déjà présente ou non, importance de la concurrence modale...). De plus, il est difficile de juger concrètement et de quantifier ce qui est déjà pris en compte dans les modèles à quatre étapes classiques, même dans les modèles simples ; l'utilisation d'élasticités risque donc de conduire à des double-comptes.

En pratique, les différentes réflexions semblent privilégier un enrichissement des modèles pour intégrer plusieurs types de trafics induits (fréquence de voyages, augmentation des longueurs de déplacement...). Ainsi, plutôt que d'appliquer directement une élasticité mesurée par telle ou telle étude, il semble préférable en amont de l'étude de prévision de trafic à proprement parler d'identifier les possibles sources de trafics induits qui pourraient avoir une influence sur le projet. Ainsi, dans un contexte urbain très congestionné à forte concurrence modale, il semble nécessaire d'inclure un modèle de choix modal, un modèle de fréquence et un modèle de choix de période horaire de départ.

On peut également citer les modèles prenant en compte l'interface transport-urbanisme (Modèles LUTI) qui tentent, en complément de la classique variation de réseau, de prendre en compte les changements de l'occupation des sols (c'est-à-dire la localisation de la demande). Ces modèles, bien qu'actuellement plutôt au stade de recherche que de modèle appliqué, peuvent ouvrir des perspectives notamment pour prendre en compte les enchaînements de long terme.

Bibliographie

- Bonnel P (2001), *Prévision de la demande de transport*, Rapport présenté en vue de l'obtention du diplôme d'habilitation à diriger des recherches, Université Lumière Lyon 2, 409p.
- Cervero R, Hansen M (2000), *Road Supply-Demand Relationships: Sorting Out Casual Linkages*, University of California, Berkeley, 22p.
- Cervero R (2001), *Induced Demand: An Urban and Metropolitan Perspective*, Rapport présenté au *Policy Forum: Working Together to Address Induced Demand*, 39p.
- Cervero R, Hansen M (2002), *Induced travel and induced road investment – A simultaneous equation analysis*, Journal of transport economics and policy, volume36, part3, pp. 469-490
- Cervero R (2003), *Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel – A Path Analysis*, Journal of the American planning association, Vol. 69, n°2, pp. 145-163
- CETUR (1990), *Les études de prévision de trafic en milieu urbain – guide technique*, CETUR, Bagneux, 48p. + annexe.
- DFT, *A new deal for trunk roads in England : Understanding the new approach*
- DeCorla-Souza P, Cohen H, *Accounting for induced travel in evaluation of urban highway expansion*, lesson n°9 (<http://www.fhwa.dot.gov/steam/doc.htm>)
- Kroes E, Daly A, Gunn H, Van Der Hoorn T (1996), *The opening of Amsterdam Ring Road*, Transportation 23, Pays-Bas, pp. 71-82
- FHWA, SMITE - *Spreadsheet Model for Induced Travel Demand*, disponible sur <http://www.fhwa.dot.gov/steam/smite.htm>
- Gaudry M (2007), *Rapport I sur la littérature de l'induction modale*, rapport pour le compte du ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable, Marc Gaudry Economiste Inc, Montréal, Canada, 24p.
- Gaudry M (2009), *Rapport Final sur l'élaboration d'une fonction d'induction pour MODEV-Voyageurs*, rapport pour le compte du ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable, Marc Gaudry Economiste Inc, Montréal, Canada, 51p.
- Goodwin P, Noland R. P (2003), *Building new roads really does create extra traffic : A response to Prakash et al*, Applied Economics volume 35,numéro 13 septembre 2003, pp. 1451-1457 (<http://www.cts.cv.ic.ac.uk/documents/publications/iccts00151.pdf>)
- Hymel K. M, Small K. A, Van Dender K (2010), *Induced demand and rebound effects in road transportation*, Transport research part B, doi: 10.1016/j.trb.2010.02.007
- Litman T (2010), *Generated traffic and induced travel – Implication for transport planning*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada, 34p.
- MVA Limited, *Modev – Modèle Marchandises*, Note méthodologique préparée pour le compte du ministère de l'Équipement, juin 2006
- Moktharian P. L, Samaniego F. J, Shumway R. H, Willits N. H (2002), *Revisiting the notion of induced traffic through a matched-pairs study*, Transportation 29, pp. 193-220

- Morellet O, Marchal P (1999), *Formulation théorique de l'induction de trafic : garantir à la fois le signe du résultat et la cohérence vis-à-vis du partage modal*, Les cahiers scientifiques du transport ,°35.
- Noland R.B (2007), *Transport Planning and Environmental Assessment: implications of Induced Travel Effects*, International Journal of Sustainable Transportation, 1: 1, pp. 1 -28
- Petersen M.S., Bröcker J., Enei R., Gohkale R., Granberg T., Hansen C.O., Hansen H.K., Jovanovic R., Korchenevych A., Larrea E., Leder P., Merten T., Pearman A., Rich J., Shires J., Uljed A. (2009): Report on Scenario, Traffic Forecast and Analysis of Traffic on the TEN-T, taking into Consideration the External Dimension of the Union – Final Report, Funded by DG TREN, Copenhagen, Denmark.
- Prakash A.B, Oliver E. H. D'A, Balcombe K (2001), *Does building new roads really create extra traffic? Some new evidence*, Applied Economics 33, pp. 1579-1585, Royaume-Uni
- SACTRA (Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment) (1994), *Trunk Roads and the Generation of Traffic*, Rapport au secrétaire d'état des transports, Royaume-Uni. (<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.dft.gov.uk/pgr/economics/rdg/nataarchivedocs/trunkroadstraffic.pdf>)
- SETRA, CETE du sud-ouest (1992a), *Estimation du trafic induit pour un aménagement lourd – Document provisoire*, SETRA, Bagnaux, 18p.
- SETRA (1992b), *Guide des études de trafic interurbain*, SETRA, Bagnaux
- SETRA (2007), *Évaluation des projets d'infrastructures routières – Pilotage des études de trafic*, SETRA, Bagnaux.
- SETRA (2008), *Analyse transversale de bilans LOTI de projets routiers – Volet « Transport » et « Effets socio-économiques »*, SETRA, Bagnaux, 81p.
- SETRA (2010), *Calage et validation des modèles de trafic – Techniques appliquées à l'affectation routière*, SETRA, Bagnaux, 177p.
- *Méthodes d'évaluation des investissements routiers en rase campagne et en milieu urbain*, Lettre-circulaire du 14 mars 1986 relative aux recommandations pour le calcul économique et l'évaluation des projets dans le secteur des transports. Instructions relatives aux méthodes d'évaluation des investissements routiers en rase campagne et en milieu urbain.
- *Méthodes d'évaluation économique des investissements routiers en rase campagne*, circulaire n°98-99 du 20 octobre 1998.
- *Transport Analysis Guidance*, guide d'évaluation des projets routiers et multimodaux du Département des transports britanniques (Department for Transport), disponible sur <http://www.dft.gov.uk/webtag/documents/index.php>.

Table des abréviations

DFt : Department for Transport (*Département pour les transports*), Département britannique en charge des questions sur le transport (plus ou moins l'équivalent de l'actuelle DGITM en France)

DGITM : Direction Générale des Infrastructures de Transports et de la Mer

DoT : Department of Transportation (*Département des Transports*). On trouvera également parfois USDOT, US pour United States (*États-Unis*). C'est un des cabinets du gouvernement américain, avec à sa tête le secrétaire d'État aux Transports et qui est en charge des toutes les problématiques autour du transport.

FHWA : Federal Highway Agency (Agence fédérale des autoroutes), Autorité fédérale américaine en charge des autoroutes. Elle est rattachée au DoT

GOMMS : Guidance on the Methodology for Multi-Modal Studies (*Guide sur la méthodologie des études multi-modales*), guide britannique sur la conception de modèle multimodale. Il est maintenant complété par le TAG

KLV : Kilomètre Linéaire de Voie. Ainsi, un kilomètre d'une bidirectionnelle compte pour 2 KLV, un kilomètre de 2*2 voies compte pour 4. C'est une mesure globale de l'offre du réseau routier.

OD : Origine et Destination (concerne un ou des déplacements)

SETRA : Service d'Études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements

SMITE : Spreadsheet Model for Induced Travel Demand (*Modèle de feuille de calcul pour estimer la demande induite*)

TAG : Transport Analyses Guidance (*Guide des Analyses de Transport*), guide méthodologique pour la réalisation d'étude d'évaluation de projets de transport.

VKP : Véhicules Kilomètres Parcours (somme des kilomètres parcourus par chaque véhicule)

VMT : Vehicles Miles Traveled (*véhicules miles parcourus*). C'est l'équivalent britannique des VKP.

Glossaire

Elasticité : L'élasticité est le phénomène résultant d'une sensibilité de la demande à l'évolution des conditions de l'offre. Il évalue la propension du niveau de demande à s'ajuster en fonction de l'offre. L'élasticité se mesure par rapport à une composante de l'offre.

Utilité : c'est une mesure du niveau de bien-être ou de la satisfaction obtenue par la consommation, ou du moins l'obtention, d'un bien ou d'un service. Appliqué au domaine des transports, l'utilité définit la satisfaction qu'apporterait la réalisation d'un déplacement, elle peut se calculer par origine destination, par mode... Cependant, le consommateur est contraint dans sa consommation par ses revenus et les prix de déplacements, le temps...

Coût marginal : En économie, le coût marginal est le coût supplémentaire pour la création d'une unité de plus. Ainsi, un producteur pourra fabriquer de nouvelles unités tant que leur coût de revente sera supérieur à leur coût marginal. Le coût marginal concerne donc l'offre. En transport, le coût marginal correspond à la variation de niveau de service offert aux usagers lorsqu'un usager supplémentaire utilise le système de transport.

Coût généralisé : Dans le domaine des transports, le coût généralisé d'un déplacement, généralement en euros, est la somme des coûts monétarisés des différents coûts induits par le déplacement (péage, temps, consommation de carburant...)

Page laissée blanche intentionnellement

Pôle de Compétences et d'Innovation ***"Méthodes, Outils et Démarches pour la Modélisation et*** ***l'Organisation des Déplacements"***

Ce document a été élaboré sous le pilotage du Sétra par le PCI "Méthodes, Outils et Démarches pour la Modélisation et l'Organisation des Déplacements".

Le PCI vise à proposer des évolutions dans la manière de conduire les études de déplacements afin de pouvoir répondre aux attentes sociétales complexes relevant directement ou indirectement de ce domaine d'investigations. La modélisation des déplacements est donc la cible principale du PCI mais il a aussi vocation à proposer, spécifier ou améliorer d'autres démarches, méthodes et outils pour permettre une prise en compte plus large et plus efficace des enjeux de déplacements.

Le PCI est situé au CETE Normandie Centre.

Rédacteur

Guillaume Bennet – CETE Normandie Centre

téléphone : 33 (0)2 35 68 82 46

mél : guillaume.bennet@developpement-durable.gouv.fr

Référent SETRA

Charlotte Coupé

mél : charlotte.coupe@developpement-durable.gouv.fr



Le Sétra appartient
au Réseau Scientifique
et Technique
du MEDDE

Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements
110, rue de Paris - SOURDUN – BP 124 – 77487 PROVINS Cedex – France
téléphone : 33 (0)1 60 52 31 31 – télécopie : 33 (0)1 60 52 31 69

Document consultable et téléchargeable sur les sites web du Sétra :

- Internet : <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr>
- Intranet (Réseau ministère) : <http://intra.setra.j2>

Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.
En cas de reproduction partielle, l'accord préalable du Sétra devra être demandé.
© 2012 Sétra – Référence : 1236w – ISRN : EQ-SETRA--12-ED25-FR

