

Politique de transports collectifs urbains de province :
analyse des 15 réseaux équipés d'un transport collectif en site propre guidé sur la période 1995-2005

Résumé et principaux résultats

La période 1997-2005 a été une période d'investissements massifs dans les transports collectifs urbains. Le nombre d'agglomérations dotées d'un réseau de transport collectif en site propre guidé est passé de 9 en 1997 à 15 en 2005 ; le nombre de kilomètres de lignes de tramways et de métros a pratiquement doublé (de 340 km à 660 km). Tous réseaux confondus, le coût des transports publics urbains de province s'élevait à 5,9 milliards d'euros par an en 2005 (fonctionnement et investissement confondus), dont 3,7 pour les 15 réseaux équipés d'un métro ou d'un tramway à cette date. Son financement est assuré à hauteur du quart par les usagers, le reste correspondant à des subventions ou de l'impôt (versement transport). Les investissements importants au cours des dernières années se sont traduits par une augmentation de l'usage. Toutefois, le taux de couverture financier a chuté en raison de la hausse des coûts d'exploitation alors que les recettes commerciales ramenées à l'usage stagnaient.

La présente étude vise à effectuer une esquisse de bilan socio-économique mettant en lien les coûts engendrés par les transports collectifs urbains et les avantages procurés au niveau du système de transport ainsi que les avantages environnementaux. L'approche est centrée sur le développement de l'offre de transport entre 1997 et 2005 au sein des 15 réseaux dotés d'un transport collectif en site propre guidé fin 2005.

On effectue un bilan annualisé comparant la situation en année 2005 « observée » par rapport à une situation de référence où l'offre serait restée inchangée depuis 1997. Il faut noter qu'il s'agit ici d'une évaluation portant sur l'ensemble de l'augmentation de l'offre, aussi bien en transports en commun en site propre qu'en bus classique, y compris les extensions de réseaux en périurbain liées à la croissance des périmètres de transports urbains et à la périurbanisation.

L'établissement de la situation de référence 2005 « fil de l'eau par rapport à 1997 » et 2005 « observée » n'est pas sans difficulté. Elle doit tenir compte de la croissance des coûts d'exploitation qui aurait été observée indépendamment de la croissance de l'offre ; il est par ailleurs nécessaire d'évaluer les trafics qui auraient été observés en 2005 en l'absence de croissance de l'offre. Au niveau de la situation « observée », les dépenses totales d'investissement ne sont pas représentatives du niveau annuel moyen d'investissement nécessaire pour constituer l'offre 2005 (dans la mesure où les investissements sont cycliques et sont à amortir dans la durée). Les investissements ont été évalués de façon à corriger les effets de bord, en tenant compte d'un volume d'investissements en situation de référence qui aurait de toute façon été nécessaire (renouvellement du parc roulant, investissements non liés au développement de l'offre), et en ramenant ces investissements en une annuité 2005. Par ailleurs un abattement est appliqué au montant des investissements déclarés dans la base dans la mesure où une partie de ceux-ci correspond à des dépenses non directement liés aux transports (aménagement d'urbanisme de façade à façade...).

Les résultats obtenus sont à prendre avec précaution dans la mesure où ils reposent sur certaines hypothèses fragiles (vitesse moyenne des bus, intervalle « moyen » entre deux passages, paramètres de fiabilité et de régularité, coefficient d'abattement destiné à prendre en compte la partie « urbanisme » des projets...). Il s'agit ici d'une approche macro-comptable et non d'une somme de bilans LOTI de projets détaillés. Les effets indirects des infrastructures de transport sur l'économie, notamment les effets d'agglomération correspondant aux gains de productivité obtenus par les entreprises qui se localisent à proximité les unes des autres à la suite de la réalisation de ces infrastructures, ne sont pas pris en compte en l'absence d'éléments précis pour les chiffrer et compte tenu de l'approche macro-comptable retenue.

La principale conclusion de l'étude est que le développement des transports en commun sur le champ de l'étude (les 15 réseaux équipés d'un site propre fin 2005) et la période considérée présente un bilan globalement équilibré. L'essentiel des avantages provient des gains des anciens usagers des transports (temps, confort, régularité).

Par ailleurs on analyse ici le développement de l'offre en termes d'efficacité du système de transport (gains de temps, de confort, de régularité pour les usagers des transports collectifs, gains de décongestion pour la voirie) et gains environnementaux. Or les politiques de développement des transports publics urbains poursuivent aussi d'autres objectifs qui n'ont pu être monétarisés :

- objectifs sociaux : accessibilité des personnes à mobilité réduite, droit au transport pour les plus démunis (effets redistributifs),
- impact sur le développement urbain : si les transports publics constituent un élément des politiques de transport, ils participent aussi des politiques d'aménagement et de requalification de l'espace urbain.

Enfin, si dans la situation étudiée les transports publics bénéficient de subventions, il convient de souligner que la route est sous-tarifée en milieu urbain (couverture partielle de ses externalités). Une tarification au coût marginal social de la route réduirait les besoins de subventions des TCU.

Politique de transports collectifs urbains de province : analyse des 15 réseaux équipés d'un transport collectif en site propre guidé sur la période 1995-2005

1. Constats : évolution de l'offre, de l'usage et des coûts

Les données quantitatives relatives à l'offre, à l'usage et au financement des transports collectifs urbains de province sont issues de la base commune Certu – Gart – UTP relative aux années 1995-2005. Cette base repose sur une enquête auprès des autorités organisatrices et des sociétés exploitantes de transports et concerne près de 200 réseaux. Les 15 réseaux équipés d'un transport en commun en site propre guidé au 31/12/2005 représentent à eux seuls 60% des voyages et des enjeux en termes de financement. Si on y ajoute les 8 réseaux de plus de 250 000 habitants non équipés d'un TCSP guidé au 31/12/2005¹, ces 23 grands réseaux représentent les ¾ de la fréquentation et de la masse financière.

A l'intérieur des 15 réseaux équipés d'un mode de transport lourd fin 2005, on distingue trois catégories :

- les réseaux qui possédaient déjà un réseau de métro et/ou de tramway en 1997 et ne l'ont pas étendu entre 1997 et 2005 (mais l'ont fait ou sont en train de le faire depuis) (3 réseaux) : Marseille, Grenoble, Saint-Etienne,
- les réseaux qui possédaient déjà un réseau de métro et/ou de tramway en 1997 et l'ont étoffé entre 1997 et 2005 (6 réseaux) : Lille, Lyon, Toulouse, Nantes, Strasbourg, Rouen,
- les réseaux qui ont créé une offre de métro, tramway ou TVR (transport sur voie réservée) entre 1997 et 2005 (6 réseaux) : Rennes (VAL en 2002), Bordeaux (tramway en janvier 2004), Montpellier (tramway en juillet 2000), Orléans (tramway en 2000), Caen (TVR en 2003), Nancy (TVR en 2002).

1.1. Offre, fréquentation et taux d'utilisation (nombre de voyages par kilomètre parcouru)

Plusieurs variables permettent d'appréhender l'offre et la fréquentation dans la base TCU : nombre de voyages, déplacements, kilomètres de lignes, kilomètres parcourus, places.kilomètres offertes (PKO)². Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution de l'offre en termes de kilomètres parcourus et de PKO (cette dernière variable étant à prendre avec beaucoup de précaution car elle est souvent estimée de manière approchée) ainsi que l'évolution de l'usage en termes de nombre de voyages. (Les calculs du bilan socio-économique sont effectués quant à eux en termes de variation du nombre de déplacements multipliés par la longueur moyenne d'un déplacement ; l'évolution du nombre de déplacements entre 1997 et 2005 est pratiquement identique à la variation du nombre de voyages³, avec un taux de correspondance moyen au sein des 15 grands réseaux équipés d'un TCSP fin 2005 de 1,35 voyages / déplacement).

¹ Plusieurs de ces réseaux (Nice, Valenciennes, Clermont-Ferrand) ont ouvert depuis une ligne de tramway.

² Voir abréviations en fin de note.

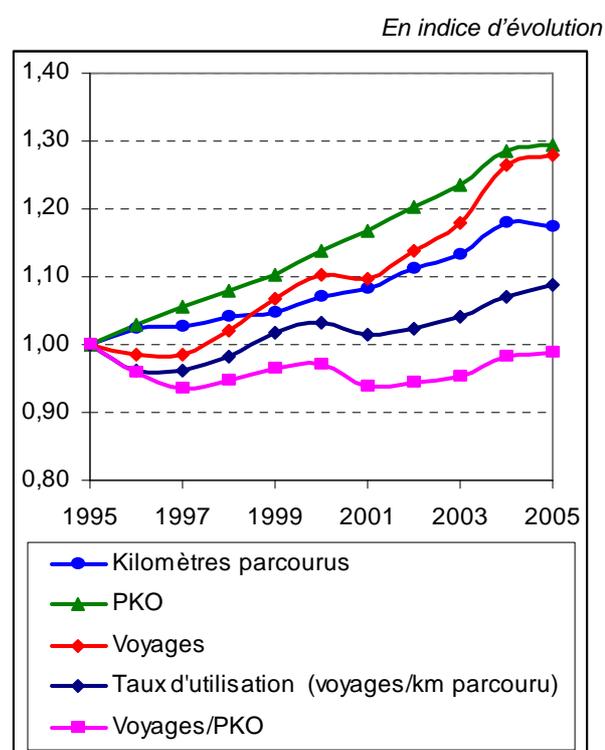
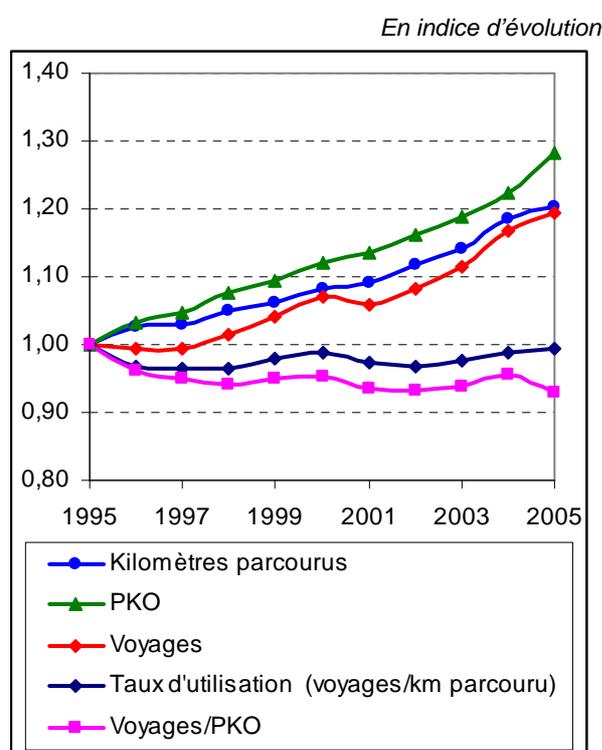
³ Réseau par réseau, des divergences peuvent exister entre évolution du nombre de déplacements et évolution du nombre de voyages. En moyenne sur les 15 grands réseaux, les évolutions sont identiques.

Sur l'ensemble des réseaux, l'offre a augmenté de +25% entre 1995 et 2005 en raison à la fois de l'extension des périmètres des transports urbains et du développement des transports en commun en site propre dans les grands réseaux. L'usage a également augmenté mais un peu moins rapidement (+20%) que l'offre. Le taux d'utilisation a donc légèrement décru (de 3,5 à 3,3 voyages par kilomètre parcouru sur la période 1995-2005). L'évolution du taux d'utilisation est toutefois variable selon le type de réseau. La dynamique semble ainsi beaucoup plus favorable au sein des 15 grands réseaux équipés d'un TCSP. Sur ces 15 réseaux, l'augmentation importante de l'offre (+20% de kilomètres parcourus, +30% de PKO) s'est traduite par une hausse importante de l'usage (+30% du nombre de voyages). Le taux d'usage augmente ainsi de 4 à 4,5 voyages par kilomètre parcouru dans les réseaux à TCSP. Le développement de l'offre de transport recouvre différents types d'offre. La mise en service de transports en site propre performants a permis une croissance de la clientèle surtout lors de premières ouvertures de ligne (première ligne de métro à Rennes par exemple). Dans le même temps, suite au développement de la périurbanisation et à l'extension des périmètres de transports urbains, les transports collectifs de province desservent des zones de plus en plus périphériques, où l'usage des transports collectifs est moins élevé (offre moins attractive par rapport à la voiture, fréquences plus faibles et dessertes moins denses).

Figure 1 : Offre et usage des transports collectifs urbains

Ensemble des réseaux

15 réseaux équipés d'un TCSP guidé en 2005



Source : Certu, estimations MEEDDAT/SESP

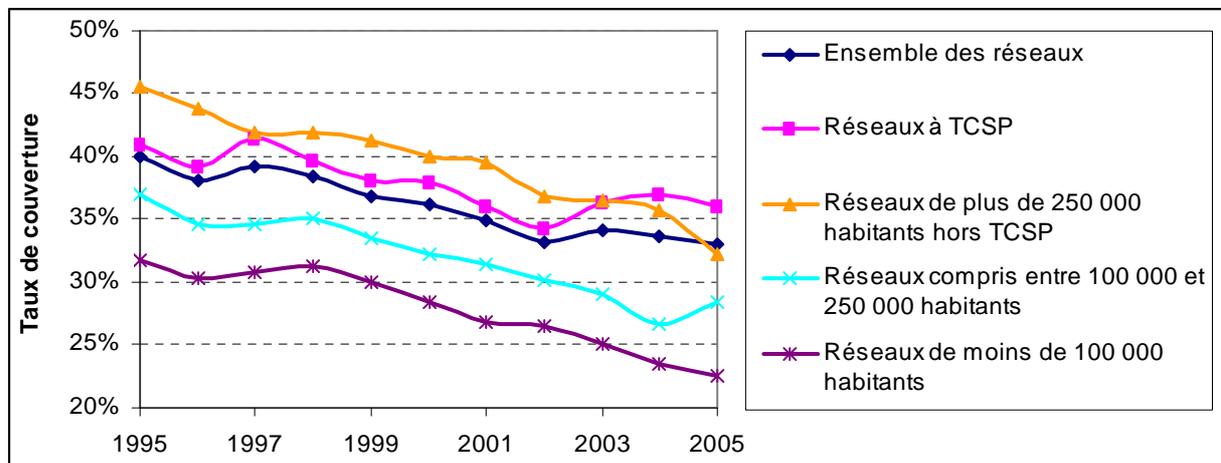
Source : Certu, estimations MEEDDAT/SESP

1.2. Coûts et financement des transports collectifs

Le taux de couverture (rapport des recettes sur les coûts d'exploitation) a diminué sur l'ensemble de la période et ce quelle que soit la catégorie de réseaux. Les coûts d'exploitation augmentent en volume mais même si on tient compte de l'augmentation de l'offre, les coûts d'exploitation rapportés au nombre de kilomètres ou rapportés au nombre de voyages augmentent. Les transports collectifs constituent une activité intensive en main d'œuvre ; la mise en place des 35h et l'augmentation des salaires peuvent expliquer cette augmentation. Les recettes tarifaires par voyage (en euros constants) sont stables. Coûts d'exploitation croissants et recettes constantes impliquent une baisse du taux de couverture (ratio recettes commerciales / coûts d'exploitation des entreprises exploitantes). Toutefois

le taux de couverture s'est stabilisé pour les agglomérations à TCSP sur la période récente 2003-2005 (l'augmentation de l'usage permettant une stabilisation des coûts *par voyage* et une hausse des recettes globales d'exploitation).

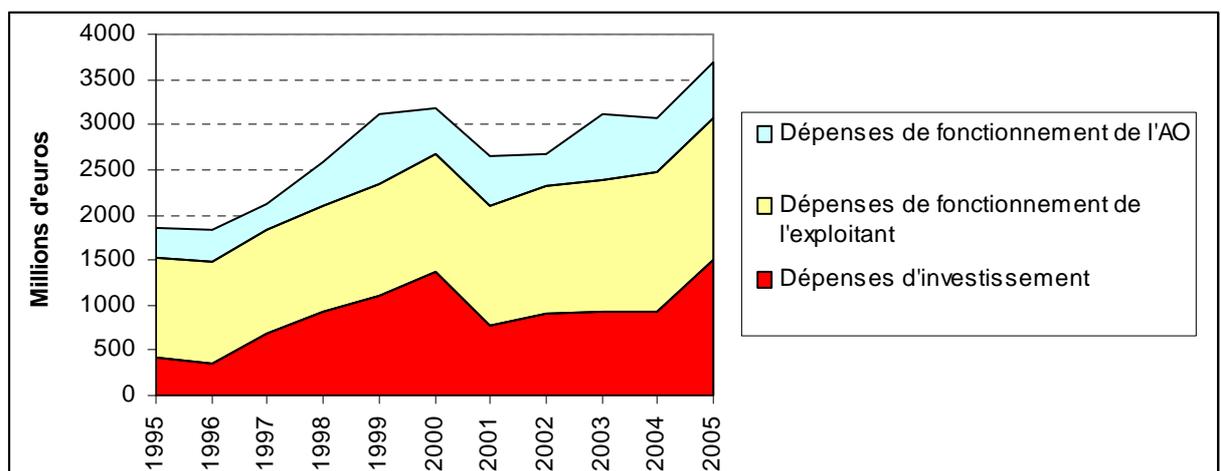
Figure 2 : Taux de couverture (recettes/dépenses) pour les entreprises exploitantes de transports collectifs urbains



Source : Certu, estimations MEEDDAT/SESP

Si on considère l'ensemble des dépenses de fonctionnement et d'investissement, les dépenses de fonctionnement et d'investissement des AO et des exploitants ont fortement progressé, de même que le niveau d'investissement. Le niveau d'investissement a été particulièrement élevé au cours de la période récente (2000-2005) qui n'est pas nécessairement représentative du niveau moyen annuel des investissements sur longue période.

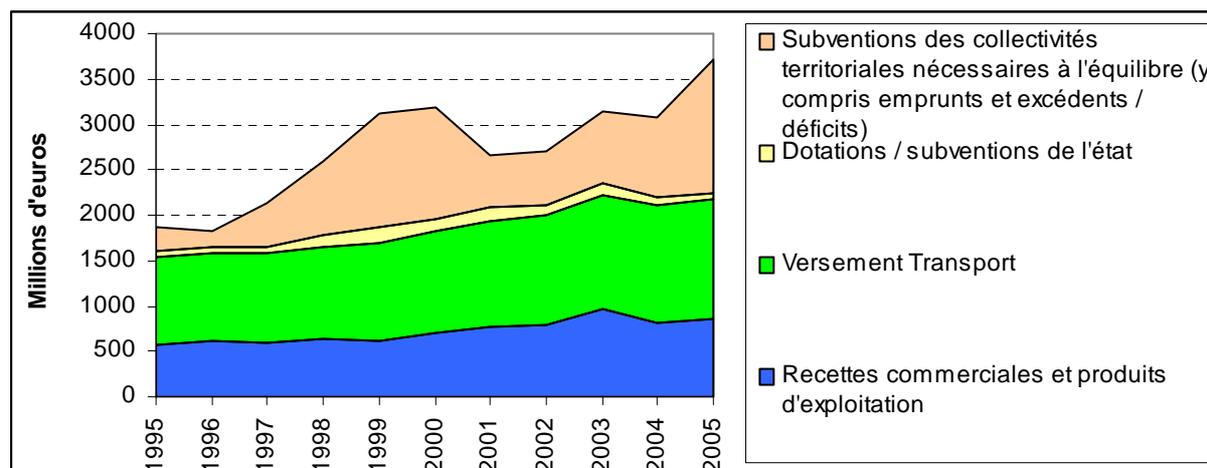
Figure 3 : Dépenses d'investissement et de fonctionnement au sein des 15 réseaux équipés d'un transport collectif en site propre guidé fin 2005



Source : Certu, estimations MEEDDAT/SESP

Au sein des 15 réseaux équipés d'un transport collectif guidé en site propre, les recettes commerciales et produits d'exploitation couvrent de l'ordre du quart des besoins de financement (27% en moyenne sur l'ensemble de la période 1995-2005). Le reste provient d'impôts et de subventions : en moyenne sur la période, le versement transport couvre 42% des besoins de financement, les subventions Etat 4% et les collectivités locales 27%.

Figure 4 : Financement des transports collectifs urbains de province pour les 15 réseaux équipés d'un transport collectif en site propre guidé fin 2005



Source : Certu, estimations MEEDDAT/SESP

2. Esquisse de bilan socio-économique

L'approche est centrée sur les seuls réseaux à TCSP (plus précisément sur les 15 réseaux équipés d'un transport en site propre guidé en 2005). L'objectif est d'évaluer le bien fondé de la politique d'investissement massif dans les transports collectifs urbains de province conduite de 1997 à 2005. On comparera la situation 2005 observée (situation (2)) par rapport à une situation 2005 de référence « fil de l'eau par rapport à 1997 » (situation (1)). On effectue un bilan annualisé sur une année moyenne.

L'établissement des situations « de référence » et « observée » n'est pas sans difficulté :

- la situation de référence doit notamment inclure l'augmentation observée tendanciellement des coûts d'exploitation qui se serait produite indépendamment du développement de l'offre,
- au niveau de la situation observée, les dépenses d'investissement ainsi que les dépenses de fonctionnement des AO (qui correspondent notamment à des frais financiers) ne sont pas représentatives du niveau annuel moyen d'investissement nécessaire pour constituer l'offre 2005 (dans la mesure où les investissements sont cycliques et sont à amortir dans la durée) ; la méthode d'estimation des investissements et des frais financiers doit prendre en compte l'amortissement des investissements ainsi que les phénomènes « d'effets de bord » (dépenses d'investissement réalisées sur la période 1997-2005 mais relatives à des projets mis en service de manière ultérieure ou, inversement, investissements réalisés en début de période mais pour lesquels les dépenses d'investissements ont été engagées avant).

Par rapport à la situation de référence, la situation observée se traduit par un supplément de subventions que l'on peut évaluer à travers une analyse coûts-avantages, mettant en parallèle des coûts les avantages engendrés : surplus des usagers des transports collectifs, avantages de décongestion de la voirie et avantages environnementaux.

2.1. Les situations de référence et de projet

L'objectif est d'évaluer l'impact du développement de l'offre de transport entre 1997 et 2005. On reconstitue une situation 2005 de référence où l'offre est inchangée par rapport à 1997, en termes de kilomètres de lignes de TCSP, de même qu'en termes de kilomètres parcourus. Il faut alors estimer

les variations de coûts d'exploitation, d'investissements et de trafic qui se seraient produites entre 1997 et 2005 compte-tenu de la stagnation de l'offre.

La situation de projet est la situation 2005 observée en termes d'offre, de trafic, de coûts d'exploitation. La variation d'investissements entre situations de référence et « de projet » est à reconstituer.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

a) Offre de transport

La variation d'offre entre situation de référence et situation avec projet correspond à l'ensemble de la variation d'offre entre 1997 et 2005 : mise en service de réseaux à TCSP, restructuration de réseaux bus et développement du réseau bus (notamment en lien avec les extensions de périmètres de transports urbains et la périurbanisation).

	Situation de référence 2005 fil de l'eau depuis 1997	Situation 2005 projet
Offre de transport	Offre de transport identique à celle de 1997	Offre de transport observée en 2005

b) Trafics

On constate que les trafics sont stables pour les réseaux n'ayant pas augmenté leur offre (que ça soit pour Marseille, Grenoble, Saint-Etienne ou pour les réseaux sans TCSP hors période de croissance de l'offre) ou sur les périodes non concernées par les mises en service de TCSP (juste avant ou juste après la mise en service) dans les 12 grands réseaux ayant créé ou prolongé leur TCSP entre 1997 et 2005. Dans les agglomérations mettant en place un TCSP on constate souvent une chute du trafic juste avant la mise en service (qui peut peut-être être imputée aux travaux), puis une augmentation du trafic suite à la mise en service du TCSP (avec une induction qui s'étale sur plusieurs années).

	Situation de référence 2005 fil de l'eau depuis 1997	Situation 2005 projet
Trafics	Croissance des trafics supposée nulle en l'absence de croissance de l'offre	Trafics observés en 2005

Remarque : Le fait que l'induction suite à la mise en service de TCSP s'étale sur plusieurs années conduit à des phénomènes d'effets de bord qui perturbent un peu l'évaluation. Pour les TCSP mis en service en 2004-2005, la montée en charge n'est sans doute pas tout-à-fait achevée. Par ailleurs, les évolutions du nombre de voyages, du nombre de déplacements et du taux de correspondance sont fortement impactées par les modifications de méthodes d'estimation de la fréquentation des différents réseaux et notamment par la mise en place de la billettique. Plusieurs réseaux ayant mis en place la billettique justement à l'occasion des mises en service de TCSP, la variation de trafic consécutive à la mise en service des TCSP est sujette à caution.

c) Coûts de fonctionnement de l'exploitant

Les coûts d'exploitation ont augmenté de 39% au sein des réseaux de plus de 250 000 habitants (aussi bien au sein des 15 réseaux à TCSP que des autres). L'offre a quant à elle augmenté de 15%

en termes de kilomètres parcourus (14% au sein des réseaux de plus de 250 000 habitants), soit une hausse de 22% du coût d'exploitation par kilomètre parcouru (idem au sein des réseaux à TCSP). Toutefois l'évolution des kilomètres parcourus résulte à la fois d'une mise en service de transports en site propre, d'une réduction conjointe de kilomètres parcourus par les bus liés à la restructuration des réseaux, et aussi d'une augmentation de l'offre bus hors projets de TCSP (extension de PTU notamment). Pour identifier l'évolution du coût d'exploitation par kilomètre parcouru indépendamment des mises en service de TCSP, on calcule l'évolution du coût d'exploitation au kilomètre hors plages de variations de l'offre de TCSP⁴ : elle est de 23% sur l'ensemble des réseaux de plus de 250 000 habitants et de 24% au sein des 15 réseaux en site propre.

	Situation de référence 2005 fil de l'eau depuis 1997	Situation 2005 projet
Coûts d'exploitation	Croissance des coûts d'exploitation par kilomètre parcouru estimée à partir des croissances annuelles constatées sur les agglomérations n'ayant pas mis en service de TCSP l'année en question (+23%)	Coûts d'exploitation observés en 2005

d) Investissements et charges de fonctionnement des autorités organisatrices

9,1 milliards d'euros ont été investis dans les 15 réseaux à TCSP entre 1997 et 2005.

Toutefois, il existe des phénomènes d'effets de bord. Les investissements relatifs à un projet donné sont répartis sur plusieurs années, l'année de mise en service de l'infrastructure, mais aussi les une ou deux années qui précèdent. Les dépenses d'investissement des années 2004-2005 concernent très largement des projets de tramways mis en service en 2006-2007. Inversement, les dépenses de 1995-1996 peuvent être considérées comme imputables à des projets 1997 et au-delà. Afin de corriger ces effets de bord, on considère non pas les investissements effectués pendant la période 1997-2005, mais les investissements dépensés entre 1995 et 2003, soit 7,5 milliards d'euros en 9 ans.

Même en l'absence d'accroissement de l'offre, des investissements auraient de toute façon été nécessaires (investissements de renouvellement du parc, investissements non directement liés au développement de l'offre). On retient ici comme hypothèse que le montant d'investissement en situation de référence aurait été de 15% du montant des coûts d'exploitation⁵ (soit 1,84 milliards

⁴ On calcule d'une année sur l'autre la variation de coût d'exploitation par kilomètre parcouru sur l'ensemble des agglomérations n'ayant pas mis en service de réseau à TCSP cette année-là, ce qui permet de construire un indice chaîné de croissance.

⁵ Il existe une variable relative à l'amortissement dans la base TCU. Toutefois sur 170 réseaux seuls 23 réseaux ont rempli cette donnée sur l'ensemble des 11 années, quelques réseaux supplémentaires ayant rempli la donnée de manière parcellaire. La médiane des amortissements pour les réseaux ayant déclaré cette donnée sur l'ensemble des 11 années est de 14% des coûts d'exploitation. Les agglomérations de plus de 250 000 habitants sans TCSP ont déclaré des taux d'amortissements de l'ordre de 8% à 17%. Les agglomérations à TCSP ont en revanche un amortissement supérieur : 14% pour Bordeaux (qui fonctionnait avec un réseau exclusivement bus jusqu'en 2004 ; 24% pour Lyon et Saint-Etienne ; 28% pour Toulouse), le taux d'amortissement ayant crû sur les 11 ans avec le développement de l'offre.

Par ailleurs, sur des réseaux n'ayant pas développé leur offre de transport sur la période 1995-2003, le ratio investissement / coût d'exploitation est de l'ordre de 15%, mais avec une forte variabilité selon le réseau (11% à Marseille, 21% à Saint-Etienne). Toutefois dans la mesure où plusieurs de ces réseaux ont investi dans des réseaux de TCSP dans les années qui ont suivi, il est possible que les années précédentes correspondaient à des périodes de sous-investissement.

D'après un article de Kuhn (1995) « Un système de transports collectifs : l'autobus en site propre », (séminaire sur l'autobus en site propre, Tunis, juin 1995), le ratio d'amortissement d'un bus par rapport aux coûts d'exploitations calculés sur la base d'un amortissement sur 10 ans et un parcours de 38000km/an serait de 13% pour un bus standard, 18% pour un articulé, 27% pour un mégabus et 17% pour un trolley.

d'euros). Les investissements relatifs au développement de l'offre de transport entre 1997 et 2005 peuvent ainsi être estimés comme étant la différence entre ces 7,5 milliards d'euros et les 1,8 milliards d'euros de frais d'investissements évités, soit 5,6 milliards d'euros d'investissements.

Une partie des investissements est consacrée à des éléments d'aménagement et d'urbanisme non directement liés au transport ; un abattement devrait être effectué sur les investissements pour en tenir compte. On effectue un abattement complémentaire de **15%** pour prendre en compte le fait que les investissements comprennent une part aménagement/urbanisme, ce qui conduit à 4,8 milliards d'euros.

Ce différentiel est ensuite annualisé. Ce montant doit être réparti sur la durée de vie des projets et par ailleurs il faut tenir compte du taux d'actualisation, ici choisi à 4% (d'après l'instruction cadre).

Pour obtenir l'investissement annualisé correspondant à un investissement amorti sur une durée N on

lui applique le coefficient de passage $\frac{4\%}{1 - (1 + 4\%)^{-N}}$

L'instruction budgétaire et comptable M4 applicable aux services publics locaux industriels et commerciaux propose comme durées limites d'amortissement : 60 ans pour les souterrains de métro et les bandes de roulement, 35 ans pour les gares ferroviaires et routières, 30 ans pour les trains, tramways et voies ferrées, 20 ans pour les trolleybus, 15 ans pour les autobus.

On suppose ici que :

- un autobus est amorti sur une durée de 15 ans soit un coefficient de passage de 9%,
- un tramway est amorti sur une durée de 30 ans soit un coefficient de passage de 5,8% (ce qui ferait dans l'hypothèse d'un investissement tramway de 20 millions d'euros par kilomètre un investissement annualisé de l'ordre de 1,2 million d'euros par kilomètre et par an),
- un métro est amorti à hauteur de $20/65^{\text{ème}}$ sur 30 ans et à hauteur de $45/65^{\text{ème}}$ sur 60 ans (un investissement de 65 millions d'euros par kilomètre serait ainsi amorti à hauteur de 20 millions d'euros par kilomètre sur 30 ans et à hauteur de 45 millions d'euros par kilomètre sur 60 ans) soit un coefficient de passage de l'ordre de 4,8% (ce qui ferait dans l'hypothèse d'un investissement de 65 millions d'euros par kilomètre un investissement annualisé de l'ordre de 3,2 millions d'euros par kilomètre et par an).

Au final on retient comme coefficient de passage de l'investissement total à l'investissement annualisé un coefficient de passage de **5,5%**, la majorité des projets étant des projets de tramways avec aussi quelques projets de métros. Le différentiel d'investissement entre situation de référence et de projet est ainsi de 0,26 milliards d'euros par an de dépenses annualisées.

Remarque sur les charges de fonctionnement des AO

Hors subventions aux entreprises exploitantes de transport versées par les AO, les dépenses de fonctionnement des AO comprennent :

- les intérêts des emprunts (165 millions d'euros en 2005 au sein des 15 réseaux à TCSP),
- les charges de personnel des AO (20 millions d'euros en 2005 au sein des 15 réseaux à TCSP),
- les « autres charges » (427 millions d'euros en 2005 au sein des 15 réseaux à TCSP).

Le poste « intérêts des emprunts » est inclus dans l'actualisation des investissements. Les autres postes (charges de personnel et autres charges) doivent être comptabilisés dans les charges de fonctionnement et agrégés avec les charges de fonctionnement des exploitants. Toutefois, le suivi de l'évolution de ces deux postes est malaisé dans la mesure où une partie de ces charges est parfois comptabilisée dans le budget principal et non le budget annexe transport des AO et la manière d'enregistrer les dépenses a pu fluctuer au cours du temps. Pour éviter les perturbations liées aux modes d'enregistrement comptable, on considère que les coûts de fonctionnement (valeur des frais de charges de personnel et autres charges des AO) correspondent à 10% des frais de fonctionnement des exploitants (ce ratio correspond au ratio observé en 1997).

	Différentiel entre situation de référence « 2005 fil de l'eau depuis 1997 » et « 2005 avec projets »
Investissements et charges de fonctionnement des AO	Somme des investissements effectués entre 1995 et 2003 (le décalage de 2 ans par rapport aux années 1997 et 2005 étant destiné à tenir compte des effets de bord), minorés par une estimation des investissements en situation de référence ainsi que par l'application d'un abattement de 15% destiné à prendre en compte la dimension urbanistique des projets, puis amortis avec un taux d'actualisation de 4%

e) Hypothèses relatives aux autres ressources

Les recettes commerciales en situation de projet sont celles observées en 2005. En situation de référence, on fait l'hypothèse que la recette moyenne par voyage aurait été la même qu'en situation de projet. On fait cette hypothèse afin d'évaluer l'impact de la variation d'offre indépendamment de la variation des prix⁶. D'après la base TCU, la recette moyenne par voyage a légèrement reculé de 6% (en euros constants) entre 1997 et 2005. En situation de référence, on obtient donc un montant de recettes tarifaires légèrement inférieur à celui de la situation 1997 (en euros constants). Cette diminution des recettes, 30 millions d'euros, est toutefois faible par rapport à la variation totale des recettes commerciales entre situations de référence et de projet (132 millions d'euros). Les autres produits d'exploitation sont supposés stables.

	Situation de référence 2005 fil de l'eau depuis 1997	Situation 2005 projet
Recettes commerciales	Recette par voyageur identique à celle observée en 2005 (ce qui revient à proportionnaliser les recettes observées en 2005 par rapport au trafic)	Recettes commerciales observées en 2005
Autres produits d'exploitation (pub, ...)	Recettes observées en 2005	Recettes observées en 2005

2.2. Méthode d'évaluation des coûts et avantages des TCU

Les notations utilisées sont explicitées au fur et à mesure et récapitulées en fin de note.

La politique des TCU met en jeu différents acteurs pour lesquels on identifie les coûts et les avantages.

a) Les autorités organisatrices et les entreprises exploitantes de transport

Le bilan financier des autorités organisatrices et des entreprises exploitantes de transport est par définition équilibré (le déficit étant compensé par des subventions publiques). La variation du bilan des

⁶ On néglige ici l'interaction entre variation d'offre et variation de prix. (La mise en service de TCSP entraîne une hausse de la mobilité d'où une hausse du nombre de voyages par abonnement d'où une baisse de la recette moyenne par voyage pour les abonnés, ce qui a une répercussion sur la recette moyenne par voyage à l'échelle du réseau indépendamment de l'évolution des tarifs de chaque titre de la gamme).

AO et entreprises exploitantes de transport est donc nulle et n'affecte pas le bilan global. Les sommes intervenant dans le bilan constituent des transferts. Effectuer le bilan est toutefois nécessaire afin de déterminer le niveau de subventions qui interviennent dans le bilan final à travers le coût d'opportunité des fonds publics.

Les AO et les entreprises exploitantes engagent des dépenses d'investissement (notées I) (principalement à la charge des AO) et des dépenses d'exploitation et de fonctionnement (E). A noter que lors de l'évaluation des dépenses de fonctionnement des AO, il faut veiller à ne prendre en compte que les dépenses de fonctionnement *hors subventions aux exploitants* afin d'éviter les doubles comptes dans l'estimation des charges de fonctionnement. Au niveau des recettes, AO et exploitants perçoivent des recettes tarifaires et commerciales (R), le versement transport (VT) ainsi que des subventions de la part des Collectivités locales (SCL) et de l'Etat (SE). Dans la durée, les recettes doivent équilibrer les dépenses. Toutefois une année donnée, le bilan peut être déséquilibré : excédentaire, déficitaire ou équilibré grâce au recours à l'emprunt. L'emprunt et les déficits devant être remboursés à terme par des subventions, leur montant est ajouté dans l'évaluation présente aux subventions des collectivités locales réellement versées. A contrario les excédents dégagés certaines années sont ici déduits des subventions. Le montant SCL correspond donc à un montant de subventions de la part de collectivités ajusté de l'emprunt et du résultat excédent/déficit autrement dit au montant des subventions nécessaires à l'équilibre. Au final, le bilan des AO et des entreprises exploitantes de transport s'écrit ainsi :

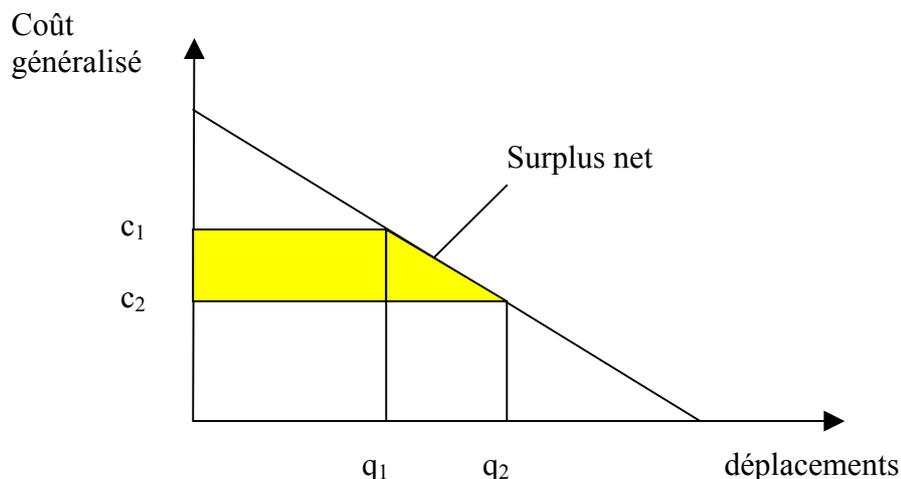
$$B_{AO} = -I - E + R + VT + SCL + SE \text{ avec } B_{AO} = 0$$

La variation du bilan des AO et entreprises exploitantes de transport entre situations de référence et projet est nulle. L'équation précédente permet toutefois de déterminer le montant de subventions nécessaire à l'équilibre.

b) Les usagers des TCU

La situation des usagers des TC s'est améliorée en situation de projet grâce à la réduction du coût généralisé (gains de vitesse, de confort, de fréquences et de régularité). La variation de surplus des usagers comprend :

- la variation de surplus des anciens usagers des TCU (égale à la diminution du coût généralisé des anciens usagers des TCU multipliée par le nombre d'usagers concernés),
- la variation de surplus des usagers induits (égale à la moitié de la diminution du coût généralisé multipliée par le nombre d'usagers induits).



Autrement dit la variation de surplus des usagers des TCU est donnée par :

$$S=(c_1-c_2)q_1+0,5(c_1-c_2)(q_2-q_1) = (c_1-c_2) [(q_1+q_2)/2]$$

Cette variation de surplus dépend donc à la fois de la variation de coût généralisé et de la variation de demande.

- **Variation de la demande**

Ainsi qu'il a été précisé ci-dessus, la demande en situation de référence est supposée égale à la demande en 1997 compte tenu de l'absence d'augmentation de l'offre entre 1997 et 2005, et la demande en situation de projet est considérée comme égale à la demande en 2005. En pratique le terme relatif à la variation de surplus des anciens usagers des TCU est très supérieur à la variation de surplus du trafic induit (87% contre 13%).

- **Variation du coût généralisé**

Le coût généralisé comprend une composante prix ainsi qu'une composante temps généralisé incluant les temps de transport à bord, d'accès à pied, de correspondance et d'attente, pondérés par des coefficients de pénibilité respectifs incluant la prise en compte du degré de confort et de régularité.

Dans le cas présent, le prix du voyage ne variant pas, seules interviennent dans la variation de coût généralisé les variations de temps de trajet à bord et de temps d'attente. La mise en service de TCSP entraîne en effet généralement :

- **une réduction de temps de parcours moyen** liée à la mise en place de TCSP guidés, couplée à **une amélioration de la fiabilité** de ce temps de parcours **et du confort** de ce temps passé à bord (dans la mesure où le temps de parcours à bord des tramways et métros est plus fiable que sur des lignes bus non TCSP, et que le trajet s'effectue dans des conditions plus confortables (moins d'à coups)),
- **une réduction du temps d'attente moyen** liée à l'amélioration des fréquences, couplée à **une amélioration de la régularité** des passages des tramways et métros par rapport à des lignes de bus ainsi qu'un **plus grand confort d'attente** (abribus plus vastes, systèmes d'informations voyageurs sur le temps d'attente).

Pour prendre en compte le différentiel de régularité et de confort bus / TCSP guidés, des coefficients majorateurs sont appliqués aux temps de parcours bus et aux temps d'attente bus. La Ratp a développé des études à la fin des années 1990 (enquêtes de préférences déclarées) afin d'évaluer la variation de perception du temps de parcours en fonction du degré de confort (assis, debout, debout serré) dans ses trains ainsi que l'impact de la régularité et de la fiabilité des temps de parcours et d'attente des dessertes franciliennes. Afin de prendre en compte le différentiel de confort et de régularité entre bus et transports guidés en site propre, il est possible de moduler les coefficients de pénibilité des temps de transport et d'attente (Stif, Dgmt, 2007 ; Certu, 2003). Ainsi si le coefficient de pénibilité du temps de trajet à bord est généralement pris à 1, il peut être porté à 1,1 pour les trajets en bus contre 1 pour les trajets en TCSP guidés (Certu, 2003) ; par ailleurs, ce temps peut être majoré aussi bien pour les bus que pour les TCSP par un coefficient de pénalité selon la charge (assis, debout, serré) en s'appuyant sur les valeurs Ratp. Quand au temps d'attente il peut également être modulé selon les modes en s'appuyant sur des éléments issus des études Ratp (Stif, Dgmt, 2007 ; Certu, 2003).

Pour pouvoir estimer une variation de temps généralisé (variation de temps à bord pondéré et de temps d'attente pondéré), il est nécessaire d'évaluer d'une part la variation de distance moyenne autrefois parcourue en bus et désormais parcourue en tramway et métro (ce qui peut être fait,

moyennant certaines hypothèses, en s'appuyant sur une distance moyenne par déplacement et l'évolution des parts de marché en bus, tramway et métro en termes de nombre de voyages) et d'autre part une variation du temps moyen d'attente, ce deuxième point étant plus délicat.

La variation de coût généralisé par voyage vaut : $\Delta Cg = \Delta Tg + \Delta Ag$ avec

- Variation du temps de parcours à bord pondéré moyen par déplacement ΔTg :

$$\Delta T_g = V * co_t * \left[(d_{\text{m\u00e9tro}2} - d_{\text{m\u00e9tro}1}) \left(\frac{co_tb}{V_{\text{bus}}} - \frac{1}{V_{\text{m\u00e9tro}}} \right) + (d_{\text{tram}2} - d_{\text{tram}1}) \left(\frac{co_tb}{V_{\text{bus}}} - \frac{1}{V_{\text{tram}}} \right) \right]$$

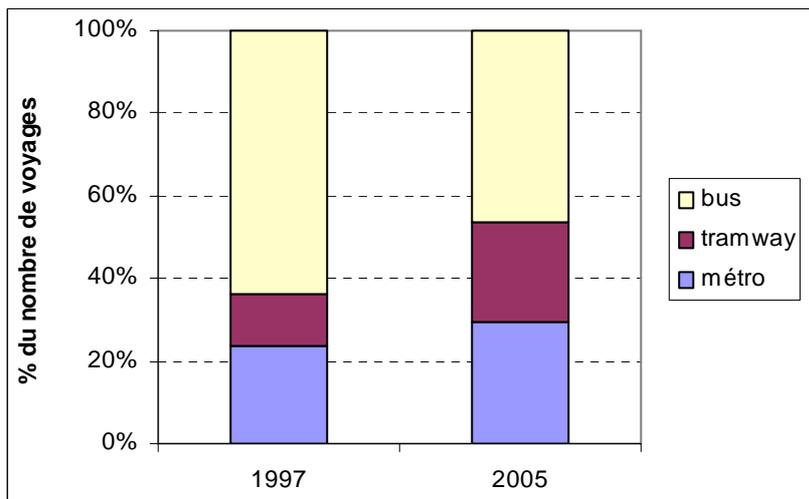
avec :

- V la valeur du temps,
- co_t le coefficient de pond\u00e9ration du temps de parcours (tous modes),
- co_tb le coefficient de pond\u00e9ration du temps de parcours sp\u00e9cifique aux bus (prenant en compte \u00e0 la fois la plus grande variabilit\u00e9 du temps de parcours en bus non TCSP par rapport aux TCSP et du plus grand inconfort du transport \u00e0 bord d'un bus par rapport \u00e0 un TCSP guid\u00e9),
- $d_{\text{m\u00e9tro}}$, d_{tram} et d_{bus} les distances parcourues en moyenne en m\u00e9tro, tram et bus par d\u00e9placement (produits de la r\u00e9partition du nombre de voyages selon le mode par la distance moyenne d'un d\u00e9placement),
- $V_{\text{m\u00e9tro}}$ et V_{tram} les vitesses moyennes en m\u00e9tro et tram et V_{bus} la vitesse moyenne en bus en centre-ville.

On note 1 la situation de r\u00e9f\u00e9rence et 2 la situation avec projet.

Entre 1997 et 2005, la r\u00e9partition du nombre de voyages entre les diff\u00e9rents modes de transport : bus, tramways et m\u00e9tros a \u00e9volu\u00e9 en faveur des tramways et des m\u00e9tros (Figure 5).

Figure 5 : R\u00e9partition du nombre de voyages selon le mode



On suppose que la r\u00e9partition des kilom\u00e9trages parcourus en bus, tramway et m\u00e9tro a \u00e9volu\u00e9 proportionnellement au nombre de voyages. En faisant l'hypoth\u00e8se d'un kilom\u00e9trage moyen par d\u00e9placement stable \u00e0 5 km, et en tenant compte de l'\u00e9volution des parts de march\u00e9 en bus, tramway et m\u00e9tro, la distance moyenne parcourue en bus passe de 3,20 km/d\u00e9placement \u00e0

2,33 km/déplacement ; la distance moyenne parcourue en tramway passe de 0,61 km/déplacement à 1,20 km/déplacement et la distance moyenne parcourue en métro de 1,19 km/déplacement à 1,47 km/déplacement. La distance moyenne autrefois parcourue en bus et qui est maintenant parcourue en métro est ainsi de $d_{\text{métro2}} - d_{\text{métro1}}$, soit 0,28 km/déplacement et la distance moyenne autrefois parcourue en bus et qui est maintenant parcourue en tramway est ainsi de $d_{\text{tram2}} - d_{\text{tram1}}$, soit 0,59 km/déplacement.

On considère une vitesse en métro de 30km/h et une vitesse en tramway de 19km/h. La vitesse commerciale d'un bus est de l'ordre de 14km/h. Toutefois la vitesse des bus est fortement variable et est plutôt de 10km/h (très variable en fonction de l'heure et du lieu) dans le centre et de 30km/h ou 35km/h dans du périurbain en heure creuse. Or les tramways et les métros se substituent plutôt à des lignes centrales. On suppose que les bus auxquels se substituent les métros et tramways roulaient autour de **10km/h**. Il s'agit d'un paramètre clé dans l'évaluation qui fera l'objet d'un test de sensibilité à +/-10%.

Le coefficient de pondération du temps de parcours spécifique aux bus (prenant en compte à la fois la plus grande variabilité du temps de parcours en bus non TCSP par rapport aux TCSP et du plus grand inconfort du transport à bord d'un bus par rapport à un TCSP guidé) est de **co_tb = 1,1** (Certu, 2003).

Le coefficient co_t est souvent pris égal à 1 (coefficient retenu en hypothèse centrale). Toutefois, il peut être modulé en fonction de la densité de trafic. L'étude de la RATP sur les projets de TCSP de surface recommande de moduler le coefficient de pondération du temps de parcours sur les dessertes franciliennes suivant le niveau de confort dans le véhicule : 1 pour les voyageurs assis, 1,25 pour les voyageurs debout, 1,85 pour les voyageurs debout serré. Compte-tenu du fait qu'une partie du trafic aussi bien dans les bus que dans les tramways et les métros est debout, on retient en variante un coefficient $co_t=1,1$.

- Variation du temps d'attente pondéré moyen ΔA_g :

$$\Delta A_g = V * co_a * 0,5 * tx_corr * [I_1 (co_ab * \%_{\text{bus1}} + \%_{\text{métro1}} + \%_{\text{tram1}}) - I_2 (co_ab * \%_{\text{bus2}} + \%_{\text{métro2}} + \%_{\text{tram2}})]$$

avec :

- V la valeur du temps,

- I_1 l'intervalle moyen séparant deux passages de transports en commun en situation initiale. On prend ici une valeur initiale forfaitaire de 8 minutes. Il s'agit d'un paramètre de référence qui pourra faire l'objet de tests de sensibilité. Ce paramètre traduit l'intervalle « moyen » entre deux passages bus sur des lignes à fortes fréquences (une ligne à forte fréquence peut circuler toutes les 4 à 6 minutes en heure de pointe et toutes les 8 à 15 minutes en heure creuse),

- I_2 l'intervalle moyen séparant deux passages de transports en commun en situation finale. $I_2 = I_1 / (1 + \% \text{variation fréquence})$,

- Le coefficient 0,5 traduit le fait que l'intervalle moyen d'attente correspond à la moitié de l'intervalle moyen entre 2 passages (lorsque les fréquences sont suffisamment fréquentes pour que les usagers arrivent de manière aléatoire sans regarder les horaires),

- tx_corr est le taux de correspondance moyen (il est nécessaire d'attendre une fois à chaque voyage),

- co_a traduit la pénibilité du temps d'attente. On retient la valeur usuelle $co_a = 2$ (Certu, 2003),

- co_{ab} traduit la plus grande irrégularité des passages de bus par rapport aux TCSP et le plus grand inconfort du temps d'attente dans des abribus que dans des abritramways plus vastes et équipés d'une système d'information voyageurs. Ce coefficient permet de pénaliser le temps d'attente des bus par rapport au temps d'attente des TCSP. On retient $co_{ab} = 1,3$ (Stif, Dgmt, 2007; Certu, 2003).

La variation du nombre de fréquences est un élément délicat à estimer. La base TCU contient des indicateurs de kilomètres parcourus et de kilomètres de lignes. Le ratio km parcourus / km de lignes (ramené aux 365 jours par an et une amplitude journalière moyenne) n'est pas un indicateur pertinent de l'intervalle moyen d'attente entre 2 passages en niveau. En effet cet intervalle « moyen » ne pondère pas les lignes à fortes fréquences et les lignes à faibles fréquences en fonction du nombre de voyages. Les temps d'attente « moyens » sont donc très élevés (de l'ordre de la 1/2h ...). Par ailleurs sur les lignes à faible fréquence, les usagers connaissent les horaires. Un intervalle forfaitaire entre 2 passages (ici pris en hypothèse centrale à 8 minutes, soit un temps d'attente moyen de 4 minutes), est plus pertinent. En revanche le ratio kilomètres parcourus sur kilomètres de lignes peut être considéré comme un indicateur d'évolution du temps moyen d'attente : soit en l'occurrence +4%. C'est ce qui est retenu ici. Ce ratio est néanmoins à prendre avec précaution. Ainsi une croissance du réseau entraîne une chute de cet indicateur, alors que pour les passagers en place ce changement n'entraîne pas de dégradation de fréquences. Afin d'éviter ce phénomène, on peut retenir en variante un indicateur de temps d'attente moyen égal à l'évolution du nombre de kilomètres parcourus (soit +12%).

c) Les usagers de la VP qui sont restés sur la VP

En utilisant les transports publics, les usagers des transports en commun libèrent de la place sur la voirie ce qui permet de réduire la congestion et faire gagner du temps aux automobilistes (du moins pour les projets métros). Le rapport Hauteux propose une estimation du coût marginal social de congestion de 0,125h par véhicule.km évité dans une situation de congestion où la vitesse générale de circulation est de 15km/h.

Le nombre n de véhicules évités est évalué par :

$$n = \frac{(q_2 - q_1) * d * r}{txo}$$

avec :

$q_2 - q_1$ le supplément du nombre de déplacements réalisés en TC

d : la distance moyenne d'un déplacement en TC, estimée à d=5km

r : la part du trafic supplémentaire provenant de la voiture. On suppose $r=50\%$ ⁷

txo : le taux d'occupation d'un véhicule particulier. D'après les enquêtes ménages déplacements le taux d'occupation moyen d'une voiture particulière est de l'ordre de 1,3 personnes par véhicule⁸.

Toutefois seule une partie du trafic roule en situation congestionnée. Un peu moins de la moitié du trafic circule à l'heure de pointe ; l'essentiel de ce trafic évité aurait roulé dans la partie centrale des agglomérations. On fera l'hypothèse que la décongestion occasionnée par le retrait des n véhicules correspond à la décongestion de $0,3*n$ véhicules roulant en situation congestionnée à une vitesse de l'ordre de 15 km/h. Il s'agit évidemment d'un ordre de grandeur. Par ailleurs, dans la mesure où les projets de tramway s'accompagnent de restrictions de voirie et de réaménagement des centres-villes visant à modérer le trafic automobile, on ne comptabilisera la congestion que pour la partie « métro » du développement de l'offre, soit 32% dudit trafic (la part du métro au sein du supplément de voyages

⁷ D'après les résultats des enquêtes a posteriori sur les deux lignes de métro à Lille (Certu, 2003), la part des voyageurs détournés de la VP au sein du trafic supplémentaire en TC est estimée à 50%, la part du détourné de la marche à pied et des 2 roues à 25% et la part du trafic induit à 25%. Il s'agit toutefois d'un ordre de grandeur sur un projet particulier. Des tests de sensibilité seront effectués avec un pourcentage de trafic provenant de la voiture particulière variant de 35% à 65%.

⁸ On fait ici l'hypothèse que le taux d'occupation des VP dont les occupants ont basculé vers les TC est identique au taux d'occupation moyen, ce qui n'est peut-être pas tout-à-fait vrai dans la mesure où les déplacements effectués seul à bord sont davantage sujets à basculement que les déplacements à plusieurs. On teste en alternative un taux d'occupation de 1,1 voyageurs/véhicules pour les personnes changeant de mode.

en métro et tramway étant de 32%). Pour les projets de tramway, on fait l'hypothèse que les restrictions de voirie sont compensées, d'une part par une fluidification du trafic automobile (les autobus qui précédaient les tramways constituaient une gêne à la circulation), et d'autre part par les véhicules évités grâce au report modal de la voiture vers le tramway.

Globalement on considère que la congestion évitée est de :

$$\%m.\%c.n.h.V$$

avec:

n le nombre de véhicules.kilomètres évités précédemment évalué

%m=32% la part du métro au sein du trafic supplémentaire en transports guidés

%c=30% la part du trafic automobile supplémentaire évité par les projets métro qui aurait roulé en situation de congestion

h le coût marginal social de décongestion (0,125h / véh.km évité)

V la valeur du temps de l'instruction cadre

d) Les financeurs employeurs, collectivités locales et état

Les employeurs versent le versement transport. Les collectivités locales et l'Etat subventionnent les TCU. La variation de ces subventions s'écrit ainsi : $-(\Delta I + \Delta E - \Delta R)$.

Par ailleurs, l'Etat perd des recettes de TIPP. Avec une consommation moyenne de carburant de 8 litres / 100 km en milieu urbain et d'une TIPP de 0,5 €/litre, la perte de TIPP est égale à 4 c€/véh.km évité. Le nombre n de véhicules.kilomètres évités ayant été évalué selon la formule précédemment citée.

e) Effets externes

Le développement de l'offre de transports publics permet d'éviter les coûts liés aux accidents et au bruit qu'auraient causés les véhicules.kilomètres évités. En termes de pollution et de gaz à effet de serre, le développement de l'offre en transports collectifs a un triple effet :

1- économies de pollution locale et de gaz à effet de serre grâce aux véhicules.kilomètres évités

2- remplacement de bus par des tramways et des métros non émetteurs de CO₂ ; toutefois, la mise en service de transports communs guidés en site propre s'est accompagnée d'un redéploiement de l'offre bus sur d'autres lignes afin de renforcer d'autres liaisons ; globalement, le nombre de kilomètres parcourus par les bus a crû (+6%⁹)

3- contribution au rajeunissement du parc de bus, réduisant ainsi les émissions de polluants, (sachant que les investissements éludés auraient également permis un certain niveau de renouvellement du parc de bus et donc de rajeunissement du parc) ; ce dernier point est ici négligé.

Sur le point 1, les économies de pollution locale et de gaz à effet de serre liées aux véhicules.kilomètres évités sont évaluées d'après les coûts unitaires de l'instruction cadre¹⁰ :

- 2,4 c€ 2005 par véhicule.km évité pour les accidents (A),
- 2,7 c€ 2005 par véhicule.km évité pour la pollution locale (P),

⁹ Au sein des 15 grands réseaux étudiés, l'offre en termes de kilomètres parcourus bus, tramways et métros confondus a crû de 14%, le nombre de kilomètres parcourus par les métros de 48%, par les tramways de 131% et par les bus de 6%.

¹⁰ Voir détail en annexe.

- 0,7 c€ 2005 par véhicule.km évité pour les gaz à effets de serre (GES),
- 1,3 c€ 2005 par véhicule.km évité pour le bruit (B).

On prend également en compte les coûts d'usure de la chaussée (Ch) évités (1,3 c€ 2005 par véhicule.km).

Sur le point 2, l'Ademe a effectué un chiffrage des coûts de pollution des bus (pollution locale et gaz à effet de serre) conformément à la proposition de directive du Parlement Européen et du Conseil relative à la promotion des véhicules de transport routier propres et économies en énergie. La pollution des bus des normes Euro 4 est estimée sur l'ensemble de la durée de vie du véhicule à 80 000 €¹¹ pour un parcours de 800 000 km, soit un niveau de pollution de l'ordre de 0,1 €/km. Compte-tenu de l'accroissement de l'offre de bus (+13,5 millions de kilomètres parcourus), le coût de pollution peut être estimé à 1,35 millions d'euros par an.

f) Coûts d'opportunité

En application de l'instruction cadre, on applique un coût d'opportunité des fonds publics de -0,3 aux variations de subventions de l'état, des collectivités locales, du versement transport ainsi qu'aux pertes de TIPP.

g) Bilan

Les transferts disparaissent du bilan ou n'apparaissent que via le coefficient d'opportunité.

AO et entreprises exploitantes	- $\Delta I - \Delta E + \Delta R + \Delta VT + \Delta SCL + \Delta SE = 0$
Usagers des TC	$\Delta Snet$
Usagers de la VP	ΔC
Employeurs	- ΔVT
Collectivités locales	- ΔSCL
Etat	- $\Delta SCE - \Delta TIPP$
Effets externes	$\Delta A + \Delta P + \Delta GES + \Delta B + \Delta Ch$
Coût d'opportunité des fonds publics	-0,3 ($\Delta SCL + \Delta SE + \Delta VT$) -0,3 $\Delta TIPP$

soit au total: **Bilan = -1,3($\Delta I + \Delta E - \Delta R$) - 1,3 $\Delta TIPP + (\Delta Snet + \Delta C + \Delta A + \Delta P + \Delta GES + \Delta B + \Delta Ch)$**

2.3. Résultats et tests de sensibilité

Les résultats reposent notamment sur une série d'hypothèses :

- méthode de prise en compte des investissements et facteur d'abattement de 15% lié à la prise en compte de la partie urbanisme des projets ; une valeur d'abattement de 25% sera testée en alternative ;
- vitesse de référence des bus de 10km/h ; des tests de sensibilité [9km/h -11 km/h] seront effectués ;
- intervalle initial entre 2 passages bus de 8 minutes ; des test de sensibilité [7min - 9 min] seront effectués ;

¹¹ Les bus GNV et GPL respectant les normes EEV polluent à hauteur de 50 000 €.

- variation de fréquence représentée par la variation du ratio km parcourus / km de lignes (soit +4%) ; on testera en alternative une hypothèse de hausse de fréquences similaire à la croissance du nombre de kilomètres parcourus (+12%) ;
- valeur de co_t égale à 1 en hypothèse de base et 1,1 en variante ;
- valeur de co_ab égale à 1,3 ; des tests de sensibilité [1,2-1,4] seront effectués ;
- taux de provenance de la voiture particulière au sein du trafic supplémentaire en transports en commun de 50% ; des tests de sensibilité [35%-65%] seront effectués ;
- part des véhicules circulant en situation de congestion de 30% ; des tests de sensibilité [20%-40%] seront effectués ;
- les valeurs unitaires de pollution locale et de monétarisation des gaz à effets de serre sont celles issues de l'instruction cadre. Toutefois le Handbook de la Commission européenne propose une estimation de la pollution locale de l'ordre de 2,5 fois les valeurs françaises. Par ailleurs si la valeur de la tonne de CO₂ (française et européenne) est de l'ordre de 30 € / tonne sur 2005-2010, la valeur préconisée en 2050 est de l'ordre de 85 €/tCO₂, avec une croissance linéaire sur 2010-2050. Compte-tenu de la durée de vie des projets, on pourrait retenir une valeur de la tonne de CO₂ intermédiaire entre ces 2 valeurs (par exemple le double de la valeur 2005).

Les tableaux suivants présentent les différents éléments de l'esquisse de bilan socio-économique¹².

Figure 6 : Caractéristiques de l'offre observée en 1997 et 2005

	1997	2005	Variation	Variation en %
Nombre de lignes (ensemble bus, tramway, métro)	621	788	167	27%
Longueur en km des lignes y compris parcours communs (ensemble)	8407	9699	1292	15%
Longueur en km des lignes de tramways y compris parcours communs	109	242	134	123%
Longueur en km des lignes de métro y compris parcours commun	84	114	31	37%
Kilomètres parcourus (ensemble) (en millions)	242	277	35	14%
Kilomètres parcourus en tramway (en millions)	10	24	13	131%
Kilomètres parcourus en métro (en millions)	17	25	8	48%
PKO (ensemble) (en milliards)	28	34	6	23%
PKO (tramway) (en milliards)	2,2	5,5	3,2	144%
PKO (métro) (en milliards)	4,0	6,1	2,1	53%
Voyages (ensemble) (en millions)	953	1236	283	30%
Voyages en tramway (en millions)	117	298	180	154%
Voyages en métro (en millions)	226	363	136	60%

Source : d'après la base TCU (Certu)

¹² La figure 11 fournit des tests de sensibilité sur un paramètre à la fois. Dans les figures 8, 9, 10, 12, 13 la colonne de gauche fournit la valeur du bilan dans le scénario central ; les fourchettes donnent les valeurs du bilan avec en fourchette basse (resp. haute), un ensemble de paramètres plus pessimistes que le scénario central (resp. plus optimistes) : abattement sur les investissements de 15% comme dans le scénario central (resp 25%), vitesse moyenne de 11km/h (resp. 9km/h), temps d'attente de 7 minutes (resp. 9 minutes), variation de fréquences de +4% (resp. +12%), $co_ab=1,2$ (resp 1,4), taux de provenance de la voiture particulière de 35% (resp 65%) et une part des véhicules circulant en situation de congestion de 20% (resp. 40%).

Figure 7 : Variation du bilan financier entre situations de référence et de projet

	Variation référence - projet (en millions d'euros par an)
Dépenses d'investissement annualisées	260
Dépenses de fonctionnement	190
Total des dépenses	450
Recettes tarifaires	140
Autres produits d'exploitation	0
Total des subventions (VT + subventions nécessaires à l'équilibre y compris recours à l'emprunt et prise en compte des excédents/déficits)	310
Total des recettes	450

Figure 8 : Variation des coûts

	En millions d'euros / an	En millions d'euros / an
Investissement	260	[230 ; 260]
Coûts de fonctionnement	190	190
Perte de TIPP	15	[10 ; 20]
Coût d'opportunité des fonds publics	100	[90 ; 100]
Soit un total des coûts (avec coûts d'opportunité) de	560	[530 ; 560]
Soit un total des coûts (sans coûts d'opportunité) de	460	[440 ; 460]

Figure 9 : Variation des avantages

	En millions d'euros / an	En millions d'euros / an
Recettes commerciales	140	140
Surplus net des usagers des TC	500 dont 390 temps/confort et 110 fréq./régularité	[410 ; 740] dont [330 ; 460] temps/confort et [80 ; 280] fréq./régularité
Coûts de congestion évités	40	[20 ; 70]
Accidents évités	9	[6 ; 12]
Pollution locale évitée	10	[7 ; 13]
Gaz à effets de serre évités	3	[2 ; 4]
Bruit évité	5	[3 ; 6]
Coûts d'usure de la chaussée évités	5	[3 ; 6]
Déséconomies liées à la pollution locale et aux gaz à effet de serre des bus supplémentaires	-1	-1
Soit un total des avantages de	710	[580 ; 980]

Figure 10 : Bilan (= variation des avantages – variation des coûts)

	En millions d'euros / an	En millions d'euros / an
Coût (avec coût d'opportunité)	560	[530 ; 560]
Avantages	710	[580 ; 990]
Résultante (avec coût d'opportunité)	150	[30 ; 460]
Résultante (sans coût d'opportunité)	240	[120 ; 550]

Figure 11 : Impact des tests de sensibilité sur les coûts et les avantages

En millions d'euros par an	Hypothèses centrales	Abattement de 25% sur l'investissement (contre 15% en hyp. de base)	Vitesse bus de 9km/h (contre 10 km/h en hyp. de base)	Vitesse bus de 11km/h	Intervalle initial entre 2 passages TC de 7min	Intervalle initial entre 2 passages TC de 9min	Croissance des fréquences : +12% (contre 4% en hyp. de base)	Pénibilité temps de parcours Co_t =1,1	Pénibilité attente Co_ab=1,2	Pénibilité attente Co_ab=1,4	Taux de provenance VP (report modal) de 35%	Taux de provenance VP (report modal) de 65%	% de congestions 20%	% de congestions 40%
Coût (avec coût d'opportunité)	562	521	562	562	562	562	562	562	562	562	557	566	562	562
Avantages	711	711	785	650	696	725	819	749	687	735	689	732	697	724
Résultante (avec coût d'opportunité)	149	189	223	88	135	163	257	188	125	173	132	166	135	163
Résultante (sans coût d'opportunité)	245	276	319	184	230	259	353	283	221	268	228	262	231	258

Figure 12 : Bilan par voyage

	En €/voyage	En €/voyage
Coût (avec coût d'opportunité)	0,45	[0,43 ; 0,45]
Avantages	0,57	[0,47 ; 0,80]
Résultante (avec coût d'opportunité)	0,12	[0,02 ; 0,38]
Résultante (sans coût d'opportunité)	0,20	[0,10 ; 0,45]

Figure 13 : Tonnage de carbone évité grâce au report modal

Millions de tonnes évitées par an grâce au report modal avec une hypothèse de 184gCO ₂ /véh.km ¹³)	0,069	[0,048 ; 0,090]
---	-------	-----------------

Les résultats qui précèdent sont à prendre avec précaution, dans la mesure où ils reposent sur certaines hypothèses parfois fragiles : amortissement des investissements, valeurs de certains paramètres. L'estimation du coût généralisé repose ainsi sur un certain nombre d'hypothèses : vitesse moyenne des bus, intervalle « moyen » entre deux passages, paramètres de fiabilité et de régularité, éléments fragiles qui font l'objet de tests de sensibilité. L'estimation même des variations de trafic peut être sujette à caution : la mise en place de la billettique a pu influencer la mesure des variations de trafic ; dans la mesure où l'induction de trafic s'étale parfois sur plusieurs années, la montée en charge n'est peut-être pas achevée pour certains réseaux. Le différentiel de fréquentation ne joue toutefois que modérément sur l'estimation de la variation de surplus des usagers des transports en commun dans la mesure où il n'intervient qu'au niveau de la partie trafic induit – de l'ordre de 13% de la variation de surplus – ce qui en limite l'impact. En revanche il peut contribuer à sous-estimer le trafic évité et donc les avantages environnementaux. L'essentiel des avantages réside dans les gains des anciens usagers des transports en commun. Les paramètres intervenant dans l'estimation du coût généralisé, et notamment les paramètres de vitesses « moyennes », constituent des paramètres clés de l'évaluation. Il faut ici souligner que les valeurs des vitesses retenues pour les lignes de bus ex ante ou les tramways constituent des ordres de grandeur, mais que ces vitesses peuvent varier selon les sites. La présente approche constitue une approche macro-comptable qui ne se substitue pas à des bilans LOTI projet par projet.

¹³ Source Ademe, COMOP.

Le bilan apparaît globalement équilibré, les gains de temps, de confort et de régularité des usagers des transports publics équilibrant les coûts. Le report modal permet d'éviter de l'ordre de 70 000 tonnes de CO₂ par an.

Il faut noter qu'il s'agit ici d'une évaluation portant sur l'ensemble de l'augmentation de l'offre, aussi bien en TCSP qu'en bus classique, y compris les extensions de réseaux en périurbain liées à la croissance des périmètres de transports urbains et la périurbanisation.

Par ailleurs on analyse ici le développement de l'offre en termes d'efficacité du système de transport (gains de temps, de confort, de régularité pour les usagers des transports collectifs, gains de décongestion pour la voirie) et gains environnementaux. Les effets indirects des infrastructures de transport sur l'économie, notamment les effets d'agglomération correspondant aux gains de productivité obtenus par les entreprises qui se localisent à proximité les unes des autres à la suite de la réalisation de ces infrastructures, ne sont pas pris en compte en l'absence d'éléments précis pour les chiffrer et compte tenu de l'approche macro-comptable retenue.

Toutefois les politiques le développement des transports publics urbains poursuivent aussi d'autres objectifs :

- objectifs sociaux : accessibilité des personnes à mobilité réduite, droit au transport pour les plus démunis (effets redistributifs),
- impact sur le développement urbain : si les transports publics constituent un élément des politiques de transport, ils participent aussi des politiques d'aménagement et de requalification de l'espace urbain.

Enfin, si dans la situation étudiée les transports publics bénéficient de subventions, il convient de souligner que la route est sous-tarifée en milieu urbain (couverture partielle de ses externalités). La tarification au coût marginal social de la route réduirait les besoins de subventions des TCU.

Bibliographie

Boulaïbal, Madre, (2000), *Dynamic analysis and forecasting of public transport demand using a combination of demographic and economic approaches*.

Certu (2007), *Les transports publics guidés en France. Données 2005*, fiche n°1 de la collection « Mobilités : faits et chiffres ».

Certu, Ademe (2005), *Etablir un compte déplacements à l'échelle locale*, 127p.

Certu, Systra (2004), *Compte national du transport de voyageurs, Actualisation pour les années 2000, 2001, 2002*.

Certu (2003), *Modélisation des déplacements urbains de voyageurs. Guide des pratiques*, 123p.

Certu (2002), *Recommandations pour l'évaluation socio-économique des projets de TCSP*, 135p.

Certu (2002), *Structures et élasticités tarifaires dans les transports publics urbains de province*, 104p.

Commission européenne (2008), *Handbook on estimation of external cost in the transport sector*.

DGMT (2007), *Note sur l'impact financier des réductions tarifaires dans les réseaux de transport public urbain de province*.

DGTPE (2005), *Essai de mesure de l'étalement urbain en Ile-de-France induit par la sous tarification des transports*.

Faivre d'Arcier B (2007), *Prospective pour un financement durable des transports publics - note d'avancement de septembre 2007*, recherche pour le compte du Predit, 33p.

Gart (2006), *L'année 2005 des transports urbains*, 31p, téléchargeable sur le site du Gart.

Gart (2007), *Financement des transports publics urbains. Quel bilan à fin 2007 ? Quelles perspectives ?*, 23p.

Harford Jon D (2006), *Congestion, pollution, and benefit-to-cost ratios of US public transit systems*, Transportation Research Part D.

Hautreux et alii (1969), *Sur les coûts et la tarification des transports urbains*, 112p + annexes (dont annexe 8: Frébault (1968) « *Calcul d'un coût marginal social de congestion provoqué par une voiture particulière* ») Ministère de l'Équipement et du Logement, Ministère des Transports.

Litman Todd (2005), *Transportation Elasticities, How Prices and other Factors affect Travel Behaviour*, Victoria Transport Policy Institute , 59p.

Ministère de l'Équipement, des Transports, du Tourisme et de la Mer (2005), *Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport*, 58p.

Stif, Dgmt (2007), *Note sur l'évaluation des projets de TCSP en Ile-de-France*.

Small K A, Gomez-Ibanez JA (1999), *Handbook of Regional and Urban Economics*, Elsevier.

UTP (2007), *Les chiffres clés du transport public urbain 2006*, 33p.

Notations

I: coûts d'investissement

E: coûts d'exploitation

R: recettes tarifaires et commerciales

VT: versement transport

Subv: subventions totales (état + collectivités) nécessaires à l'équilibre du bilan des AO et des exploitants

SE: subventions/dotations de l'état

SCL: subventions des collectivités locales

Snet: surplus net des usagers des TC

C: coûts de congestion évités

P: pollution évitée

GES: gaz à effets de serre évités

A: coûts des accidents évités

B : bruit évité

Ch : coûts d'usure de la chaussée

TIPP: TIPP perdue par l'Etat

q : nombre de déplacements effectués en TC

c : coût généralisé d'un déplacement

TCU : transports collectifs urbains

TCSP : transports collectifs en site propre ; (dans la présente étude TCSP désigne en fait les seuls transports collectifs en site propre guidés)

PTU : périmètre de transport urbain

AOT : autorité organisatrice de transport

PKO : places.kilomètres offertes

Complément : méthode d'évaluation des externalités

1) Valeurs de l'Instruction cadre

L'évaluation des valeurs des externalités est effectuée à partir de l'Instruction cadre de mai 2005 et/ou des comptes locaux du Certu (dont les valeurs s'appuient également sur les recommandations du rapport Boiteux) :

- **les accidents**

L'instruction cadre propose comme valeur pour la vie humaine 1 millions d'euros en 2000 par tué, 150 000 € par blessé grave et 22 000 € par blessé léger. Ces valeurs augmentent annuellement au même rythme que la consommation finale des ménages, ce qui donne en €2005 pour l'année 2005 : 1,2 millions d'euros par tué, 183 000 € par blessé grave, 27 000 € par blessé léger. En tenant compte de la structure 2003 du nombre de tués, blessés graves et blessés légers (Certu, 2005), on en déduit un coût moyen de l'accidentologie par tué de 2,28 millions d'euros. En s'appuyant sur un nombre moyen de morts rapporté au nombre de véhicules.kilomètres on en déduit un coût des accidents au kilomètre de **0,024 €2005/véh.km en 2005**.

- **la pollution locale**

L'instruction cadre recommande une valeur de 2,9 centimes d'euros par véh.km (valeur 2000 en €2000), cette valeur pouvant être considérée comme le produit de 2 valeurs l'une augmentant proportionnellement à la vie humaine, l'autre diminuant de 5,5% par an sur la période 2000-2020 grâce aux progrès technologiques. La valeur en 2005 est de **0,027 €2005/véh.km**.

- **les gaz à effet de serre**

L'instruction cadre propose une valeur de 100 €2000/tC (soit 110 €2005/tC ou encore 30 €/tCO₂ en 2005) sur 2000-2010, cette valeur croissant ensuite de 3%/an après 2010. Les comptes locaux transport du Certu proposent une valeur de 0,0068 €2003/véh.km en milieu urbain dense en 2003, cette valeur augmentant avec le PIB et variant avec l'évolution de la consommation moyenne des véhicules. On obtient en tenant compte de la hausse du PIB entre 2003 et 2005 une valeur de **0,0074 €2005/véh.km en 2005**.

- **le bruit**

Le coût externe du bruit en urbain dense est évalué à 0,029 €/véh.km en 1998 (Certu, 2005) et considéré comme augmentant avec le PIB et diminuant parallèlement de 2,3%/an avec les progrès technologiques, ce qui conduit à un coût de 0,013 €/véh.km en 2005.

- **la valeur du temps**

La valeur du temps hors Ile-de-France proposée par l'Instruction Cadre est de 7,6 €/h en 2000 et croît comme la consommation finale des ménages puissance 0,7, ce qui conduit à une valeur de 9,0 €/h en 2005.

2) Le Handbook de la Commission européenne

Le Handbook de la Commission européenne propose des valeurs et méthodes d'estimations pour les coûts externes liés aux accidents, aux nuisances sonores et à différents polluants. Les valeurs

proposées apparaissent proches des valeurs françaises sauf pour l'évaluation de la pollution locale où elles sont de l'ordre de 2,5 fois supérieures. Pour les gaz à effet de serre, les valeurs proposées sont proches des valeurs françaises : 25 €/t CO₂ en 2010 et 85 €/t CO₂ en 2050.

