

331

DQ26.1.1

Projet de réseau électrique métropolitain de transport collectif

6211-14-009

Les coûts des transports collectifs urbains en site propre - chiffres clefs - principaux paramètres

Créer une ligne de transport en commun en site propre (TCSP), et notamment une nouvelle ligne, constitue un investissement lourd pour les collectivités, non seulement au moment de sa mise en œuvre mais également à long terme. En effet, les coûts d'exploitation et de maintenance pèsent sur les finances publiques tout au long de la vie des systèmes, c'est-à-dire sur plusieurs dizaines d'années.

Les différents contextes urbains, les particularités de chaque système, la variété de l'offre des constructeurs et des choix locaux... ne permettent pas d'établir des grilles figées sur lesquelles pourraient s'appuyer les décideurs. Néanmoins, les écarts de coûts entre les différents systèmes s'expliquent par des particularités liées à la fois au niveau de service, à l'insertion urbaine, au matériel, à l'innovation... dont les mécanismes sont connus.

Enfin, une utilisation plus importante et répandue d'outils d'évaluation des politiques publiques constituerait une marge de progrès vers une meilleure connaissance des coûts et donc vers une gestion plus optimisée des dépenses et des réseaux ainsi qu'un développement des échanges et des collaborations entre les différents acteurs (exploitants, associations, collectivités, État...).

Quelques ordres de grandeur pour une évaluation sommaire des projets

Il est difficile d'obtenir aujourd'hui des informations fiables sur les coûts des lignes de transports en commun en site propre :

- Les coûts d'investissements affichés sont généralement des coûts de projets qui peuvent s'écarter sensiblement des coûts de réalisation. Ils sont affichés dans les bilans Loti mais peu de réalisations en font actuellement l'objet.
- Les coûts d'exploitation sont liés à la contractualisation entre l'exploitant et les autorités organisatrices de transport et, en raison des mises en concurrence, ne sont pas divulgués sauf exception.

Nous proposons ici des ordres de grandeur, issus de différentes sources, qui permettent dans une première approche une évaluation sommaire des différents projets de TCSP.



Tramway de Bordeaux
Source : Sébastien Rabuel - Certu



Système	Bus à Haut Niveau de Service (BHNS)	Tramway	Métro léger (de type Val)	Métro lourd
Coût d'investissements 1 ^{re} ligne	2 à 10 M€/km de site propre	13 à 22 M€/km	60 à 80 M€/km	90 à 120M€/km
Durée de vie des matériels	10-15 ans	30-40 ans	30-40 ans	30-40 ans
Coût d'un véhicule	300 k€ à 900 k€	1,8 à 3 M€/rame	3 à 4 M€/rame	5 à 9 M€/rame
Coût d'exploitation d'une 1 ^{re} ligne	3,5 à 5 €/km	6 à 10 €/km	8 à 10 €/km	10 à 16 €/km

Source : Certu - unité : € 2010 HT

Au-delà de ces ordres de grandeur, on peut noter que :

- Les projets de **tramway** sont accompagnés, dans la plupart des cas, d'aménagements urbains, voire d'acquisitions foncières qui induisent des coûts d'investissements qui ne sont généralement pas inclus dans les projets de **BHNS**, voire de métro. Les aménagements hors plate-forme peuvent ainsi représenter près de 40 % du coût total d'une ligne de tramway.

- Pour les projets de BHNS, leurs coûts sont importants dans la mesure où les aménagements d'insertion se rapprochent de ceux mis en place dans le cadre d'un projet de tramway.

- Enfin, les projets de **métro** sont moins nombreux en France actuellement et concernent en province en majorité des prolongements de lignes ou des augmentations de capacité (en station et/ou sur les matériels).

Les coûts d'un système de transport: de quoi parle-t-on ?

Les coûts des transports collectifs sont composés :

- d'une part des coûts d'investissements qui comprennent les dépenses liées à la mise en œuvre. Afin de comparer les projets, le CERTU préconise un découpage de ces coûts en 19 postes détaillés.

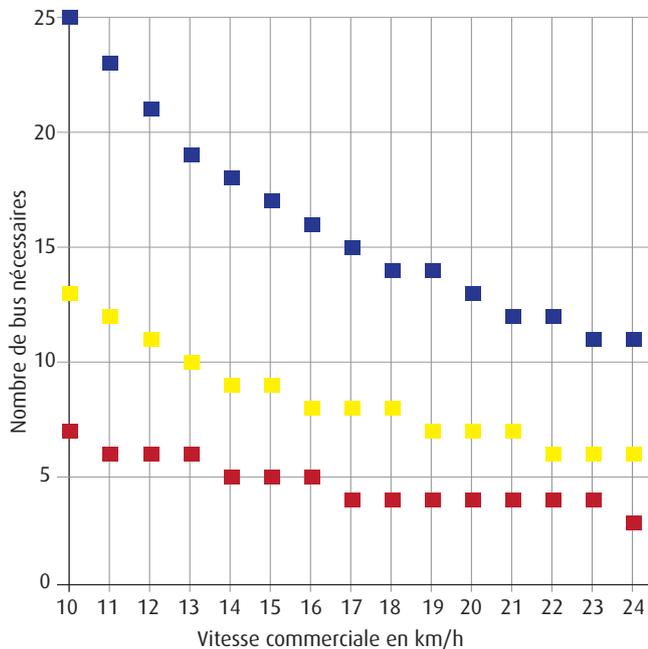
I	Études d'avant-projet/projet	X	Revêtement du site propre
II	Maîtrise d'ouvrage	XI	Voirie (hors site propre) et espaces publics
III	Maîtrise d'œuvre de travaux	XII	Équipements urbains
IV	Acquisitions foncières et libération des emprises	XIII	Signalisation
V	Déviation de réseaux	XIV	Stations
VI	Travaux préparatoires	XV	Alimentation en énergie de traction
VII	Ouvrage d'art	XVI	Courants faibles et PCC
VIII	Plate-forme	XVII	Dépôt
IX	Voie spécifique des systèmes ferrés et guidés	XVIII	Matériel roulant
		XIX	Opérations induites

Décomposition des coûts d'investissements en 19 postes
Source : « Évaluation des transports en commun en site propre, indicateurs transport pour l'analyse et le suivi des opérations » (Certu, 1997).

- d'autre part des coûts d'exploitation qui comprennent les frais de personnel, les frais de fonctionnement du matériel roulant (énergie, maintenance) et les frais de structure. Le Certu préconise, pour notamment l'établissement des évaluations socio-économiques, d'isoler les frais généraux et les charges de structure et, par type de système, d'identifier les différents postes de dépenses suivants : frais de personnel, dépenses d'énergie, sous-traitances (et services extérieurs) et autres achats. Il est à noter que les impôts et les taxes, les amortissements de toute nature, les « grosses réparations » comme les entretiens à mi-vie des tramways sont comptabilisés dans les coûts d'investissements.

Pourquoi une ligne de TCSP est-elle plus chère qu'une autre ?

Plus la vitesse commerciale est faible, plus les coûts d'exploitation et de matériels sont élevés



■ Longueur 20 km ■ Longueur 10 km ■ Longueur 5 km

Source: Certu

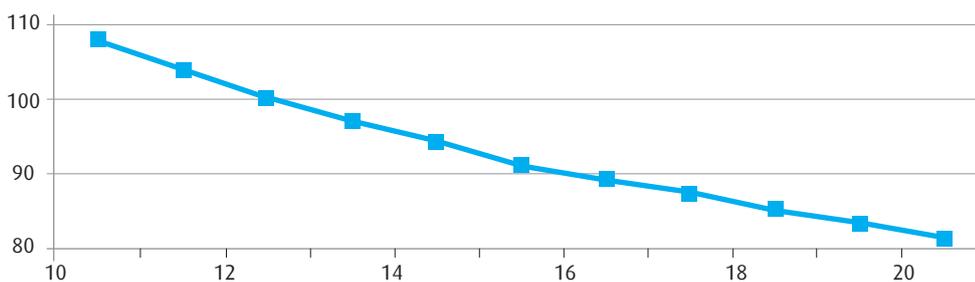
La baisse de la vitesse commerciale est généralement associée à la congestion et/ou à la multiplication des points d'arrêts. À fréquence égale, le même service nécessitera donc plus de matériels roulants et plus de chauffeurs. Il convient donc de définir le juste équilibre entre le service et les coûts inhérents.

À titre d'exemple, le graphe ci-contre montre, à capacité égale, la variation du nombre de bus en fonction de la vitesse commerciale, les résultats étant établis avec une fréquence de 10 minutes et un temps de battement de 4 minutes à chaque terminus (temps prévu pour un véhicule donné entre son arrivée au terminus et son départ pour le trajet suivant).

La vitesse commerciale influe également sur la consommation énergétique des véhicules. Ainsi, Irisbus a montré que l'augmentation de la vitesse commerciale des bus, à matériel égal, induit des réductions de la consommation diesel des autobus : une croissance de 12 km/h à 17 km/h correspond à une baisse de 13 % de la consommation des bus sur le trajet.

Ainsi, en région parisienne, l'extension de la ligne de BHNS du TransVAL de Marne, accompagnée de plus grandes interstations et de la priorité aux feux, a permis une diminution de 6 % en consommation énergétique (source: COST BHLS).

Consommation de carburant (base 100 % = 12 km/h)



Source: « Overview of BHLS rolling stock solution », IVECO-IRISBUS, présentation réalisée pour le groupe européen COST, Nantes, mai 2008

Plus la distance inter-stations sur une ligne est faible, plus les coûts d'exploitation et d'investissements sont élevés

La distance inter-station moyenne sur une ligne influe sur le nombre de stations. Par exemple, une ligne de 15 km avec une inter-station de 500 m aura 31 stations, la même ligne avec une inter-station de 700 m aura 22 stations. Chaque station supplémentaire induit des coûts liés à la station : quais, auvent, distributeurs..., mais aussi des coûts liés au matériel roulant. En effet, plus il y a de stations,

plus la vitesse du TCSP diminue et donc plus il y a besoin de véhicules ou de rames pour conserver la même fréquence. L'augmentation du nombre de rames peut aussi avoir une incidence sur le dimensionnement du dépôt et donc sur le coût de celui-ci.

Ces derniers paramètres influent sur le coût d'investissements, mais aussi sur le coût de fonctionnement de la ligne.

Un tramway qui s'enterre a des coûts qui se rapprochent de celui d'un métro

L'enfouissement d'une station de tramway, voire d'un morceau de ligne, induit des travaux lourds en génie civil, sur voirie, sur les réseaux ainsi que l'installation d'équipements inhérents (éclairage des stations, ascenseurs, escalier...), d'où des surcoûts importants. Par exemple, à Nice, le choix d'enterrer une section de la ligne 2 de tramway sur 3,6 km et 8 stations induit un coût de 70 M€/km sur la section enfouie (hors matériel roulant), ce qui correspond au coût kilométrique d'un métro léger.

Mais des surcoûts sont aussi induits sur les coûts d'exploitation, notamment du fait des coûts d'entretien des installations fixes: ascenseurs, nettoyage des stations, éclairage des stations, gardiennage/fermeture des stations...

Les métros légers (de type VAL) restent, pour leur part, moins chers que les métros traditionnels car ils sont notamment moins enterrés et de gabarit moins volumineux. Par exemple le VAL de Rennes (métro automatique sur pneus) a coûté 2,942 milliards de francs (courants) en 1995 pour 9,4 km, soit 60 M€2010/km.

Plus les systèmes sont lourds, plus les coûts d'exploitation sont élevés mais plus le volume de voyageurs transportés est important

La capacité des systèmes de type tramway ou métro est beaucoup plus élevée que celle de lignes de bus classiques, à la fois parce que la capacité du matériel roulant ferroviaire est plus importante que celle des véhicules routiers

et parce que la fréquence et la vitesse sont plus élevées. Mais dans des conditions d'exploitation équivalentes, les coûts d'exploitation des systèmes lourds se rapprochent de ceux des bus, ce qu'illustre l'exemple théorique ci-dessous.

Matériel	Capacité (4pers/m ²)	Nbre de personnes transportées/h/sens sur le tronçon le plus chargé (dimensionnant)	Coût kilométrique d'exploitation	Coût/pers transportée (c€)	Coût/pko (c€)
Tramway 33 m	200	4000	7 €/km	35	3,5
Bus 18 m	120	2400	4 €/km	33	3,3

Hypothèses de calcul: longueur de la ligne: 10 km fréquence: 3 mn/circulations fluides sur le tramway et le bus



Tramway de Montpellier - Source: Certu (2009)

En outre, à la place.kilomètre offerte (pko), les coûts globaux (investissement et exploitation) sur la durée de vie des systèmes se rapprochent. En effet, si sur les coûts d'investissements les lignes de bus restent plus économiques, leurs coûts d'exploitation (à la pko) sont plus élevés du fait notamment:

- de vitesses commerciales plus faibles pour les bus que pour les tramways, dû à un niveau de priorité généralement moindre que sur les lignes de tramways, même si théoriquement ces niveaux de priorité pourraient être les mêmes.
- de durée de vie des matériels roulants plus courte de moitié (la durée de vie d'un bus est estimée de 12 à 15 ans, celle d'un tramway autour de 30 ans).

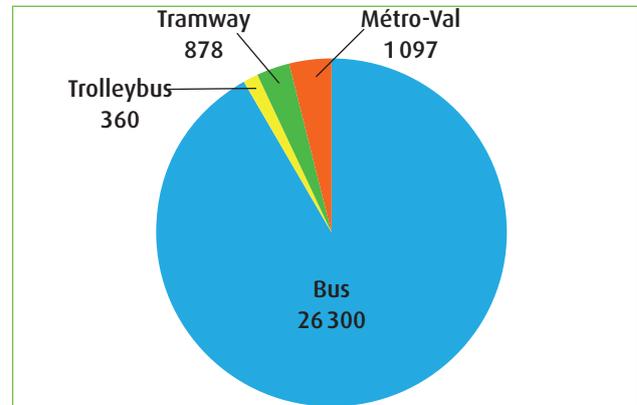
Le prix du matériel roulant dépend du marché national des véhicules

« Ce qui est rare est cher » : cet adage populaire s'applique bien au marché du véhicule de transport public, où le prix du matériel roulant est en partie proportionnel au potentiel de vente, notamment sur le territoire national : les bus sont moins coûteux que les tramways, eux-mêmes moins coûteux que les métros, ce qui est, en partie, inversement proportionnel aux volumes des véhicules ou rames.

Les autocars, trois fois plus nombreux que les bus urbains, observent, quant à eux, des coûts encore plus faibles.

Remarquons, corrélativement, que l'augmentation du marché des rames de tramways, depuis la fin des années 90, a contribué sinon à faire baisser les prix, du moins à les stabiliser.

Parc des véhicules de transports en commun urbain en 2009/2010



Source : « Le parc des véhicules du transport public urbain au 1^{er} janvier 2010 » (UTP) et « Chiffres clés du transport, édition 2011 », Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement



D'autre part, il est plus coûteux de faire des petites commandes qu'une commande de plusieurs dizaines d'unités. L'augmentation de la taille des commandes peut passer par le regroupement entre AOT pour un même objet. C'est le choix fait par Brest et Dijon en 2009 qui ont réalisé un appel d'offres commun sur 52 rames de tramway de 34 m, seules les livrées étant différentes entre les deux agglomérations. Le coût total de l'opération s'est élevé à 106 M€ (soit environ 2,05 M€/rame), l'économie réalisée étant évaluée à 25 M€ (environ 500 000 €/rame).

Cependant, la particularité du marché français, notamment en termes de prise en compte de l'accessibilité dans l'aménagement des véhicules (plancher bas intégral, informations voyageurs accessibles...), de présence de portes sur les deux côtés et de deux cabines de pilotage, en réduisant le marché potentiel, induit des coûts d'investissements et d'exploitation relativement élevés par rapport à ceux observés dans d'autres pays européens. Les options éventuelles adossées aux véhicules (climatisation, motorisation particulière, design intérieur et extérieur, écrans d'information, vidéo-surveillance...), expliquent en outre les écarts de prix au sein d'une même gamme.

Par exemple, le guidage optique d'un bus induit un surcoût d'environ 10 % du prix du véhicule et 5 % du prix du quai.

Pour Nantes, le prix d'un bus de la ligne Busway®, articulé, motorisation GNV avec un design spécifique extérieur plutôt simple et des aménagements intérieurs de qualité, s'est élevé à 460 000 € HT. Le surcoût du design est estimé à +20 % par rapport à un modèle articulé de base.



Nantes - Source : Certu (2011)

L'innovation sur les systèmes de transports a un coût : celui de l'incertitude dans la mise en place du système et de son exploitation

Les agglomérations de Nancy et Caen ont connu des déboires importants à la mise en service du TVR (Transport sur Voie Réservée). La technologie liée à ce système mixte pneu/fer était nouvelle, trop innovante sans doute car sa mise au point finale a été difficile au regard de la sécurité et de la fiabilité du matériel, jugées encore trop faibles aujourd'hui. Le nombre de pannes occasionnées a été largement supérieur aux objectifs contractuels, ce qui a abouti à des coûts de maintenance s'élevant à cinq fois le coût visé et à deux fois le coût d'exploitation prévu (source : « Mission de diagnostic et de prospective sur les réseaux de transports urbains de Caen et Nancy », CGEDD, juillet 2010).

De même l'agglomération de Douai avait opté pour un matériel innovant guidé par plots magnétiques insérés dans la chaussée mais incluant un volant (Phileas de d'APTS), pour un coût de 1,3 M€ HT (longueur 18 m), et ce alors que ce modèle n'avait pas été testé par ailleurs en exploitation (il roulait en démonstration à Eindhoven).

Prévu d'être en service initialement en 2008, le matériel attend toujours son homologation en mode guidé (il a reçu son homologation en mode routier) et les véhicules roulent actuellement sur l'infrastructure depuis le début de l'année 2010 en mode classique, non guidé.

Le décalage de calendrier a induit de fait des frais importants, les infrastructures devant accueillir ce matériel étant prêtes depuis deux ans et ayant dû être réadaptées à un matériel non guidé.

Il convient donc d'avoir une approche prudente par rapport à toute innovation en estimant au mieux les risques, financiers notamment, et ce d'autant que l'agglomération est petite, car elle sera moins apte à supporter financièrement ce type de risques.



Douai - Source: Certu (2011)

Néanmoins, il est parfois nécessaire, pour permettre le développement de nouvelles technologies, que certaines agglomérations participent à la mise en œuvre de systèmes novateurs. Clermont-Ferrand a participé au développement du Translohr (Lohr), tramway sur pneu sur rail unique. Après des débuts difficiles, il observe à l'heure actuelle des niveaux de fiabilité équivalents à ceux du tramway classique et il a été choisi ultérieurement par plusieurs villes françaises et étrangères.

C'est également ce que l'on a pu observer avec la mise en place du système d'alimentation par le sol (APS) d'Alstom à Bordeaux, système innovant dont la fiabilité était au départ faible et qui a nécessité pendant quelques mois des mises au point importantes. Le système fonctionne actuellement et répond aux exigences de l'agglomération en termes de fiabilité.



Le translohr à Clermont-Ferrand
Source: Certu (2007)

Investir sur une ligne de TCSP coûte cher mais bénéficie à tout le réseau

Des réseaux qui coûtent de plus en plus cher...

Tout d'abord, les réseaux performants coûtent cher : Lyon qui observe un des meilleurs taux de fréquentation et un des meilleurs ratios R/D (recettes/dépenses) est également le réseau qui a les charges d'exploitation par habitants les plus élevés...

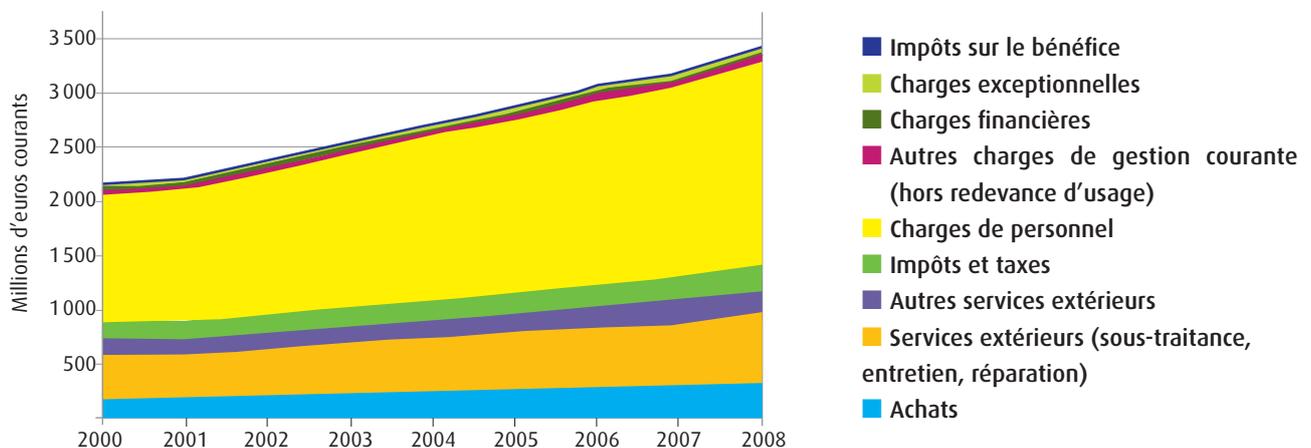
Ensuite, tous les réseaux voient le coût d'exploitation de leur réseau augmenter, de l'ordre de 4 à 10 % par an. Associés globalement à une diminution de l'usage des réseaux pour certains d'entre eux, les déficits structurels

des réseaux de transports collectifs ont tendance à se creuser.

Cette hausse est surtout due au développement de l'offre de transports collectifs, notamment en site propre sur l'ensemble des réseaux français.

Ce développement s'accompagne dans la plupart des villes (voir graphe ci-dessous) d'une augmentation des voyages et des recettes, mais les dépenses augmentent plus vite que les recettes.

Dépenses d'exploitation des entreprises de transports collectifs en Province entre 2000 et 2008 (en million d'euros HT)



Sources : estimation SYSTRA d'après la base TCU de 2000 à 2006 et CETE de Lyon pour les années 2007 et 2008

... mais de plus en plus performants

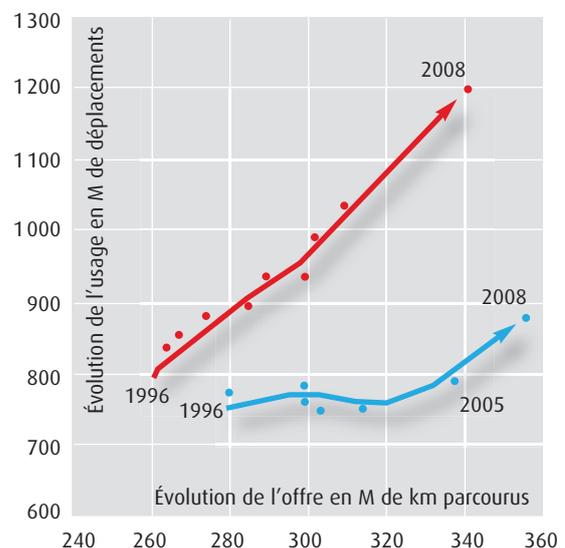
Associées à une politique multimodale de gestion des déplacements (maîtrise de la circulation automobile, encouragement à l'usage des modes actifs, planification urbaine...), ces dépenses en transports collectifs en site propre portent leurs fruits. Depuis 10 ans, les fréquentations des réseaux urbains de Province augmentent de façon régulière, quelle que soit leur taille. Les lignes de TCSP ont ainsi permis de redynamiser les réseaux, et justifient bien les investissements qui leur sont attribués.

Il reste que le financement de ces lignes et des réseaux est un casse-tête difficile appelant à de nouvelles réponses dans le récent contexte de crise des finances publiques.

- Total des 17 réseaux à TCSP de plus de 250 000 habitants
- Total des autres réseaux français enquêtés, hors Ile-de-france

Source : enquête annuelle Transports Collectifs Urbains - Certu - DGITM - GART - UTP

Évolution 1996-2008 de l'offre et de l'usage



Pour mieux gérer : anticiper des coûts globaux

Les objectifs des autorités organisatrices de transports sont d'optimiser à la fois les coûts d'investissements et d'exploitation de leurs réseaux pour répondre de façon la plus durable possible aux besoins de déplacements en prenant en compte des contraintes financières de plus en plus draconiennes.

Afin de maîtriser les coûts et les réseaux, l'usage élargi des outils d'évaluation a priori et a posteriori est indispensable. Ils permettent de mesurer a priori l'opportunité et la faisabilité de ces politiques, d'ajuster les réponses au plus près de l'évolution des besoins, de vérifier a posteriori l'adéquation entre les résultats obtenus et les attentes initiales, tirer des enseignements pour l'avenir.

Car ils portent à la fois sur :

- la performance des systèmes ;
- l'infrastructure: emprise au sol, mesures de déplacements des réseaux, profondeur et matériau de la plate-forme... ;
- le matériel: en investissements et en maintenance ;
- l'exploitation des infrastructures...

Les choix à faire sont de fait parfois cornéliens, les priorités souvent contradictoires mais, dans tous les cas, les économies ne devraient pas être faites au détriment de l'usager ni aboutir, à terme, à une mise en échec de la dynamique actuelle de développement des transports collectifs urbains.

Pour en savoir plus

« Bus à haut niveau de service, du choix du système à sa mise en œuvre », CERTU, 2009

« Transports collectifs urbains - analyse des évolutions 1995-2006 dans les réseaux hors Île-de-France », CERTU, octobre 2008

« Le coût des projets de transports en commun et des aménagements de voirie », fiche 3.3 Coût et financement, DREAL Languedoc Roussillon, octobre 2006

« Les modes de transports collectifs urbains- Eléments de choix par une approche globale des systèmes », CERTU, 2004

« Recommandations pour l'évaluation socio-économique des projets de TCSP », CERTU, 2002

« Une approche collective et concertée pour l'optimisation des coûts de possession dans les transports urbains- phase 1: faisabilité et évaluation des enjeux » BERTIN et SYSTRA, recherche PREDIT, 1998

Contact: Cécile Clément-Werny (CERTU)
cecile.clement@developpement-durable.gouv.fr
DD.CERTU@developpement-durable.gouv.fr

Ont contribué à la réalisation de cette fiche :

Patricia Varnaison-Revolle - Thomas Vidal - Laurent Jardinier - Isabelle Tréve-Thomas -Géraldine Bonnet - Blandine Gibier - Sébastien Rabuel (CERTU)

David Dubois (CETE de Lyon), Cyril Ladier (CETE du Sud-Ouest)

Mise en page: Cete de Lyon

© 2011 Certu

La reproduction totale ou partielle de ce document doit être soumise à l'accord préalable du CERTU

Certu

Centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

9, rue Juliette Récamier 69 456 Lyon Cedex 06 - France

téléphone: +33 (0) 4 72 74 58 00 - fax: +33 (0) 4 72 74 59 00

www.certu.fr

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**